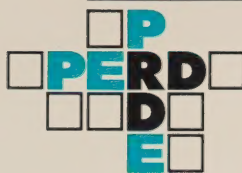


CA1  
M390  
-1995  
P62



Gouvernement  
Publications

3 1761 11637471 1

# Program on Energy Research and Development

# Programme de recherche et de développement énergétiques



Government  
of Canada

Gouvernement  
du Canada

Canada

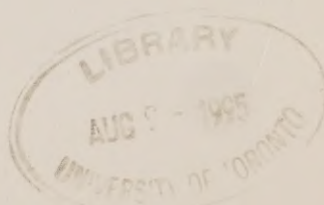
# Mission

**T**he Program on Energy Research and Development provides the science and technology for a diversified, economically and environmentally sustainable energy economy.

For further information on PERD,  
contact the co-ordinators at the:

Office of Energy Research and  
Development  
Energy, Mines and Resources  
Canada  
580, Booth Street  
Ottawa, Ontario  
K1A 0E4

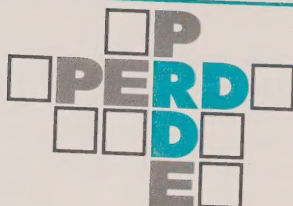
Tel : (613) 995-0478  
Fax : (613) 995-6146



AXD1151



CA1  
MS90  
- 1993  
P62



Government  
Publications

## PROGRAM ON ENERGY RESEARCH AND DEVELOPMENT

**E**nergy is needed everywhere. Our large landmass, rigorous climate and energy intensive industries make Canadians high energy users. Without adequate supplies of energy at affordable prices, our standard of living could not be sustained. Fortunately, Canada is blessed with great energy resources - coal, oil sands, conventional oil, frontier oil and gas, natural gas, uranium, hydro, biomass and other renewable resources. These resources permit a diversified and flexible energy system adaptable to regional needs.

Research and development (R&D) in their related technologies in Canada both sustains and advances industrial innovation. Commercialization of this R&D, in turn, contributes to wealth and prosperity by providing jobs and exports, not only in the resource sectors, but also in manufacturing and service industries, spinoffs which imported technologies cannot provide.

The Program on Energy Research and Development (PERD) contributes to these activities. It funds numerous scientific and technological programs in the federal government, the private sector, universities and the provinces. PERD activities are multiple and include R&D in government

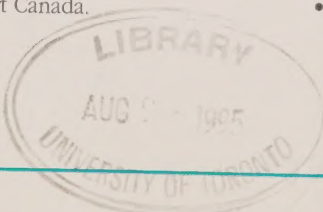
laboratories, consortia and alliances, individual companies, and other organizations; international cooperation; expert advice and consulting to industry; and information dissemination.

Since energy is needed everywhere, it is not surprising that many federal R&D performers participate in PERD: Agriculture Canada; Atomic Energy of Canada Limited; Canada Mortgage and Housing Corporation; Energy, Mines and Resources; Environment Canada; Department of Fisheries and Oceans; Forestry Canada; Health and Welfare Canada; Indian and Northern Affairs; National Defence; National Energy Board; National Research Council of Canada; Public Works Canada; and Transport Canada.



### PERD supports R&D in:

- **energy efficiency:** buildings, waste utilization, heat, industrial processes, agrifood, fisheries, urban transportation systems, diesel efficiency, manufacturing
- **coal:** resources evaluation, mining, preparation, coal utilization, environmental aspects
- **fusion:** experimental fusion reactor, fuelling systems
- **renewable energy:** wind, solar, photovoltaics, small hydro, biomass production, combustion and conversion to liquids and gases, and general environmental R&D into greenhouse gases, and ground and soil remediation
- **alternative transportation fuels:** hydrocarbon enhancement and oil sands/heavy oil, liquid fuels from natural gas, fuel cells, batteries,



Government  
of Canada

Gouvernement  
du Canada

Canada

---

reformulated gasolines, ethanol, methanol, compressed natural gas, hydrogen

- **oil, gas and electricity:**

environmental forecasting, structural engineering, permafrost, oil and gas transport from the frontiers, environmental aspects of large hydro developments, electricity generation, transmission and distribution

The impact of PERD is both short and long term. Many research and development projects are driven by specific industrial competitiveness needs. Others are aimed at the science and technology needed as a basis for future energy opportunities.

PERD, recognizing the environmental implications of energy use, is undertaking research and development activities that will change the way we produce and use energy. Innovation is helping us to use energy more wisely in buildings, industry and vehicles. Cleaner and more efficient methods of producing electricity from fossil fuels continues to reduce emissions. Investments are being made in technologies that promise cleaner fuels and energy sources such as hydrogen, fusion and renewables resources. Urban air quality is being addressed by finding

better ways to burn gasolines and diesels, as well as investigating alternative sources of fuel for the transportation sector. Safety codes for offshore platforms and pipelines have been developed to prevent catastrophic failures in such structures. And, on the global scene, PERD is supporting efforts to understand the natural formation and decomposition of greenhouse gases and man's effect upon them.

Cooperation is built into PERD's operations. On a national basis, close links are maintained with the provinces, industry and academia through joint committees, projects, workshops, seminars and informal meetings. Private sector consultation in program planning and review take place through a number of established mechanisms. On an international basis, Canada participates, multilaterally, through PERD in the energy R&D activities of the International Energy Agency, and bilaterally, through memoranda of understanding. In addition, international cooperation is sustained through the participation of Canadian scientists in international scientific organizations with an energy dimension such as the International Standards Organization.

Energy considerations are intimately woven into environment, economy and regional aspirations; three of our most important national issues, in the present and the future. Technologies to produce and use energy efficiently and cleanly for economic and social benefits are crucial to our national well-being. This flexible, multidisciplinary energy research and development program plays an important role in Canada's energy future.

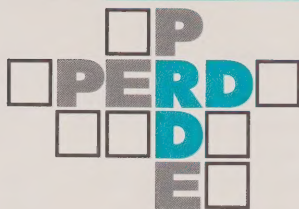
Detailed information on any project carried out under PERD is available from:

Office of Energy Research and Development  
Energy, Mines and Resources Canada  
580 Booth Street  
Ottawa, Ontario  
K1A 0E4

Phone: (613) 995-0478  
Fax: (613) 995-6146



CAI  
MS90  
-1995  
PG2



Government  
Publications

## TASK 1 : ENERGY EFFICIENCY

Canadians pay for their large country, rigorous climate and energy intensive industries. The price is energy. It is a significant part of the cost of many goods and services in Canada. Efficient energy use is essential if we want to prosper, compete and sustain our environment.

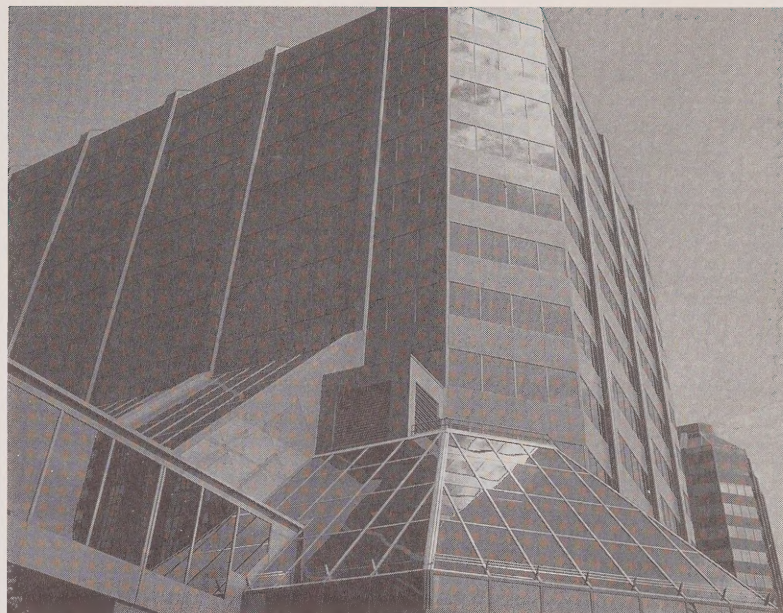
To use energy efficiently, we need new technologies based on sound knowledge and expertise. The role of the Energy Efficiency Task of the Program on Energy Research and Development (PERD) is to build and maintain this base. Working with industry, the provinces and universities, participants in the Task receive funds from PERD to develop technologies, systems and standards, and apply them in every sector of the economy.

### Resources

Canadian resource industries (pulp and paper, mining and minerals) are based on processes that consume large amounts of energy. Any energy saving will reduce the cost of production.

**One challenge:** *To increase the energy efficiency of paper drying.*

To become paper, wood pulp goes through an extensive drying process. After the first drying stage, the pulp becomes a paper web, but is still 60 per cent water. The next drying stage removes this water by pressing the



paper web through 40 to 50 heated rollers. This is an expensive process, because it takes a long time and uses a lot of energy.

The Pulp and Paper Research Institute of Canada is developing an *electrical impulse drying system*. In this system, the web of wet paper is fed between a steel roller and another roller covered with felt. The steel roller is heated through a process called electrical induction. Water in the web comes in contact with the hot steel roller. Instantly, a portion of the water turns into steam, which pushes some of the remaining water in the web into the felt roller.

To reduce the amount of energy used to dry the web, impulse dryers could be installed in existing plants or incorporated into new ones. The Institute expects this innovation will reduce drying costs and produce a finer quality of paper.

### Process Industry

Chemical and petrochemical production is a significant part of Canada's industrial base. One of the major processes is heat transfer. To obtain a final product, feedstocks must be heated or cooled to specific temperatures to produce chemical reactions and separations. More efficient heat transfer would increase overall process efficiency.

**One challenge:** *To transfer heat more efficiently in industrial processes.*

Despite many years of research, few processes have reached energy efficiencies close to thermodynamic limits. Therefore, considerable scientific investigation is required to resolve problems in current technology and to develop technology for emerging applications.

PERD invests in the *Heat Transfer and Fluid Flow Service (HTFS)*, a collaborative effort between Canada



Government  
of Canada

Gouvernement  
du Canada

Canada



(Atomic Energy of Canada Limited) and the United Kingdom. This effort involves joint research projects and an international industrial technology transfer service. Some 200 fee-paying member companies in 25 countries participate in the program. Canadian member companies receive information at a special rate, which they use to stay at the leading edge of technology and related developments.

## **Agrifood**

Canadian farmers and fishing workers are heavy users of energy, but most are small, independent operators. Therefore, despite their enthusiasm, they are unable to conduct adequate research and development (R&D) projects. To help them reduce their dependence on subsidies and compete internationally, farmers and fishing workers need to reduce energy costs, which account for 15 to 25 percent of their operating costs.

**One challenge:** *To conserve energy and soil by the reduction of tillage.*

Every time a farmer ploughs a field, energy is consumed. Agriculture Canada is researching crop management techniques to reduce tillage processes, and conserve both energy and the soil, a major concern in the Prairies. One example is development of a *seed drill*. Farmers are experimenting with seeding directly into cereal stubble.

Scientists hope to help farmers produce good crops with little soil damage and reduce fertilizer waste, by determining the best depth to place the seeds, and calculating the correct amounts of seed and fertilizer. Instead of ploughing, harrowing and seeding a field each time, the whole process could be done in one sweep of a field with the seed drill. This development promises to reduce fuel costs significantly in the agriculture business.

## **Transportation**

Transportation of goods and people in Canada consumes large quantities of fuels. Engines are not efficient from a thermodynamic perspective. Their performance is affected by many factors, including fuel composition, climate, emission regulations, engine design and road conditions.

Minor improvements in thermodynamic efficiency have the potential for immense energy savings, cost savings and emission reductions. However, to make these improvements, we need considerably more basic knowledge.

**One challenge:** *To advance the knowledge base for designing efficient diesel engines with reduced emissions.*

The National Research Council of Canada is developing the basic knowledge of combustion. For example, how are emissions and performance affected by fuel structure, additives and sulphur? Answers to questions like this will provide new understanding. Also, these answers are expected to lead to new design and diagnostic techniques for refiners and engine manufacturers. This will allow them to match engines and fuels for optimum efficiency and emissions in Canadian conditions.

## **Buildings**

The Canadian building industry is large and fragmented. It also consists of many small firms with little capability to conduct R&D. However, this sector sustains many jobs. New energy-saving technologies would result in direct cost savings to consumers. This would also sustain the building industry by offering cost-effective retrofit solutions. The challenge for scientists is to develop these technologies to a point where consumers will be confident, where the service capability exists, and where the manufacturing and building trades can confidently use them.

**One challenge:** *To develop efficient heating and cooling systems for large buildings.*

The Canada Centre, a federal office building in Scarborough, Ontario, is the site for an on-going field trial that integrates several methods of efficient heating and cooling. Built in 1985, the Canada Centre has an *Aquifer Thermal Energy Storage (ATES)* system. This system includes water storage tanks, heat pumps which use the aquifer as a heating and cooling source, and a computerised monitoring and control system. The building also has a solar hot water system for domestic use. The use of storage has already reduced annual electricity costs by 15 to 25 percent.

In 1990, it is estimated that large commercial buildings cost approximately \$2.8 billion to heat and approximately \$1 billion to cool.

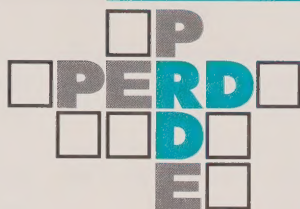
Successful R&D on energy efficiency goes beyond the energy and cost savings. Because of the dispersed nature of many energy-conserving measures, they promote regional economic development. Successful R&D is also equitable to Canadians as they benefit through a reduction of their heating and electricity bills. With unique R&D, our manufacturing sector improves their international competitive positions while saving and creating jobs. All R&D projects may not be successful. However, when they succeed, the benefits are dispersed and sustained for future generations of Canadians.

Detailed information on any project carried out under Task 1 is available from:

Office of Energy Research and Development  
Energy, Mines and Resources Canada  
580 Booth Street  
Ottawa, Ontario  
K1A 0E4

Phone: (613) 995-0478  
Fax: (613) 995-6146





## TASK 2 : COAL

**C**oal is Canada's most abundant fossil fuel. Large deposits in western Canada, Nova Scotia and the North could supply our energy needs for the next century. Roughly four times more energy resides in our coal deposits than in our other energy resources (oil, natural gas and tar sands) combined. Currently coal supplies about 15 per cent of Canada's electricity needs. Electricity generating plants in Alberta, Saskatchewan, Ontario, Nova Scotia and New Brunswick use large quantities of it. In addition, coal exports contributed some \$2 billion to the Canadian economy in 1991.

Although coal is plentiful, its widespread use can create environmental problems. Burning coal inefficiently results in sulphur dioxide, nitrous oxide and carbon dioxide emissions that increase our global pollution problems (acid rain, the greenhouse effect, dust). Lowering these emissions through research and development is one goal of Task 2; finding ways to compete effectively in the world market is another.

### Resources Evaluation

Vast coal reserves also exist in many other parts of the world. In order to compete successfully with other coal-producing countries, Canadian mining companies need to reduce operating costs and satisfy international clients in terms of coal quality.

**One challenge:** *To locate the most marketable and environmentally acceptable coal deposits in Canada.*



The Geological Survey of Canada, through the Program on Energy Research and Development (PERD), has been developing the National Coal Inventory, which can be accessed by any coal company. Information on geological, economic and environmental parameters of coal deposits, once the exclusive property of coal companies, has been integrated into comprehensive regional computer models. They can be utilized by the mining industry to optimize future exploration and development.

### Mining

Underground mining, including Nova Scotian mine operations extending under the sea, is the first of two main types of mining operations in Canada. Coal dust and methane, released during these operations, are of concern because they are hazardous to the health and safety of miners.

Surface mines, mainly located in Western Canada, produce more than 90 per cent of Canadian coal (total production of 71 million tonnes in 1991). In the Plains, mined areas are reclaimed carefully. However, in mountainous areas, reclamation is more complex and serious environmental controls are required.

**One challenge:** *To improve mine operations and reclamation conditions that respect the environment.*

The Canada Centre for Mineral and Energy Technology (CANMET), through PERD, participates in an industry consortium which will draw up long-term performance and design guidelines for cross-valley rock dumps/rock drains in mountainous regions, and will establish abandonment criteria for these areas. The project results will help the industry to remain environmentally



responsible and to maintain its export reputation.

## Coal Preparation Plants

The Canadian coal mining industry must provide coals of high quality to compete internationally. However, coal may contain high quantities of sulphur and ash, which must be removed through beneficiation processes in preparation plants. Stringent environmental regulations apply to effluent released from these plants.

**One challenge:** *To increase efficiency of coal preparation plants.*

In collaboration with industry, CANMET has launched a program to improve operations of coal preparation plants. The goal of this program is to improve the plant's productivity. Case studies of individual plants compare the performance of various coal beneficiation technologies. Specific recommendations are made to improve recovery of clean coal, and to identify and explain potential causes of deficiencies. Increased efficiency improves the environmental performance of a preparation plant through reduced effluent. So far, direct benefits to industry have totalled between \$15 and \$30 million per annum.

## Utilization

Most coal consumed domestically is burned either to generate electricity or to produce steel. The utilities and steelmaking companies have defined three primary approaches to reduce the emissions resulting from coal: increase efficiency in electricity generation and steel-making, reduce production of emissions such as NO<sub>x</sub> and remove components for re-use or safe disposal.

**One challenge:** To develop more efficient and environmentally benign coal utilization technologies.

CANMET, through PERD, investigates means of improving both efficiency and productivity of metallurgical processes using Canadian coal. This is achieved through Canadian innovations, such as a continuous coke-making process developed for CANMET at McMaster University and currently under study by several international steelmaking companies. In addition, PERD is funding projects to study the properties of Canadian coals used in both conventional and non-conventional processes by Canadian and foreign steelmakers.

CANMET and Environment Canada, through PERD, are also working on new technologies to generate electricity from coal, such as the Integrated Gasification Combined Cycle (IGCC) system. This process generates electricity through coal gasification and a combined gas and steam turbine power cycle. IGCC is more efficient than conventional processes used in current thermal plants and, therefore, releases less gaseous and solid emissions. PERD is funding research to improve and optimize the IGCC system so that it will eventually be used in Canada.

Another PERD-sponsored project relates to the monitoring and control of trace elements emissions. The petrochemical industry, metals industries and fossil fuel thermal plants release chemicals, including heavy metals (e.g. mercury, nickel) and organic compounds, which may pose a risk to human beings and to the environment. CANMET and EC are involved in an international research program known as the Plant Integrated Systems Chemical Emissions Study (PISCES). CANMET will contribute to developing better

and less expensive methods to monitor and control trace element emissions.

Task 2 performers are exploring new ways to apply the expertise acquired through coal technologies on bitumen, natural gas and wastes. For example, advanced combustion processes, developed originally for coal, could be applied to thermal plants burning natural gas.

Coal and other fossil fuels continue to play an important role in the Canadian energy mix. In the next decade, the fossil fuel industry and utilities will face big challenges, both domestically (safety, production costs, environment) and internationally. PERD is helping to find technological solutions.

Detailed information on any project carried out under Task 2 is available from:

Office of Energy Research and  
Development  
Energy, Mines and Resources Canada  
580 Booth Street  
Ottawa, Ontario  
K1A 0E4

Phone: (613) 995-0478  
Fax: (613) 995-6146



## TASK 3 : FUSION

**F**usion is the energy source that powers the sun and the stars. In this process, two light atomic nuclei combine to form a heavier nucleus and energy is released.

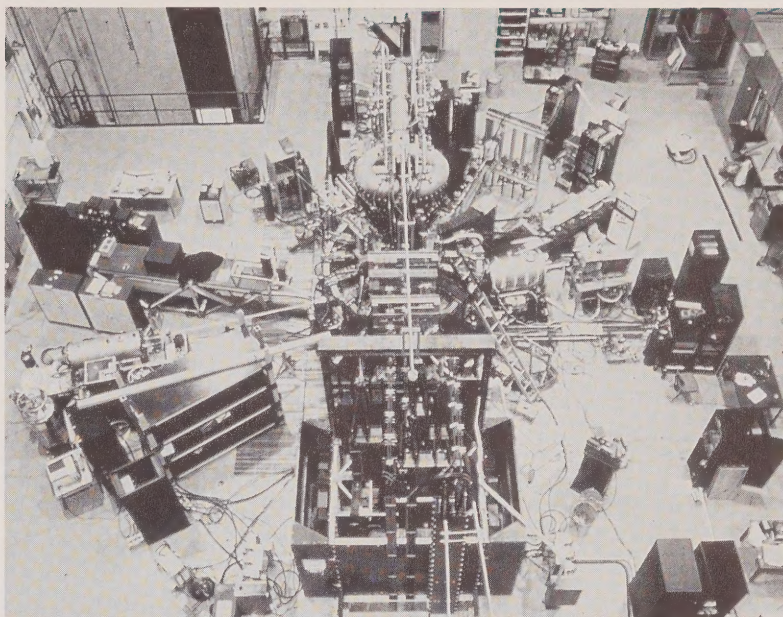
Harnessing fusion on Earth would provide an abundant supply of electricity.

Fusion fuels are virtually inexhaustible, and it is likely that fusion will be more environmentally-friendly than nuclear fission and fossil fuels. This is why industrialized countries are devoting significant money and expertise to fusion research and development.

Canada does not have the resources to develop all the technologies required for a fusion power plant. However, by pursuing a small program geared to international cooperation, Canada is developing the expertise to engineer and manufacture certain key subsystems of a fusion plant. As a result, Canada should be in a position to market specialized services when fusion is commercialized. Indeed, Canada is already doing this for experimental fusion reactors.

Although the expected energy benefits are still decades away, Canada has already experienced many short-term industrial benefits arising from fusion research. We will continue to exploit these industrial opportunities as they occur.

The science of fusion is well established. However, extensive engineering development is required to control the fusion reaction for practical purposes.



The Tokamak de Varennes (Courtesy of AECL)

### Magnetic Confinement Fusion

A variety of reactor types have been proposed and investigated, but the global fusion community has decided to give priority to a device called a "tokamak". This approach involves confining a plasma, a hot highly ionized gas of fusion fuels, by means of a system of magnetic fields surrounding a doughnut-shaped vacuum vessel or torus. An operational fusion reactor does not exist, because a number of technical questions have yet to be resolved. For example, reliable technologies to remove impurities from fusion plasmas must be developed to ensure the success of fusion.

**One challenge:** To remove impurities from the plasma in a fusion reactor.

During confinement, some ions from the plasma will be neutralized and will bombard the inner surfaces of the tokamak, resulting in some atoms being dislodged from its walls. This can cause two types of problems. First, they can damage the walls of the torus, but second, and more importantly, they can cause severe degradation of the plasma. Tokamak divertors are conceived as a way to control this.

The Tokamak de Varennes (TdeV) of le Centre canadien de fusion magnétique (CCFM), is equipped with closed divertors. With funding from Atomic Energy Canada Limited (AECL) through the Program on Energy Research and Development (PERD), Hydro Québec and Institut national de la recherche scientifique, CCFM is pursuing research on the TdeV to remove impurity atoms such as

---

helium, which are produced in the fusion reaction, as well as oxygen, carbon monoxide and dioxide. Recent impurity pumping experiments on the TdeV showed that its divertors, which only have one low temperature pump (cryopump), are capable of pumping helium and oxygen. These experiments will continue with additional cryopumps scheduled for installation.

## Fuel Cycle

The fuel used in the first generation of fusion reactors will be a mixture of tritium and deuterium. Deuterium is found in ordinary water and, therefore, there is a virtually inexhaustible supply. Tritium can be obtained from lithium, which is also plentiful. The complete fuel cycle for a fusion reactor consists of a number of subsystems, such as tritium production and extraction, pumping, reactor fuelling, and reactor exhaust cleanup. There are several technical challenges in all these areas. One such challenge is found in reactor fuelling.

**One challenge:** *To fuel an on-line fusion reactor.*

It will be important to find a way to inject fuel into the central region of the burning plasma of a fuel reactor

that will not affect the stability of the plasma. Current data suggest that most tokamak fuelling methods will not be able to perform efficient plasma centre fuelling.

Funded by AECL through PERD, Ontario Hydro and the Province of Ontario, the Canadian Fusion Fuels Technology Project (CFFTP) is working on a Compact Toroid (CT) fuelling gun to overcome this difficulty. It is anticipated that small, dense toroidal chunks of plasma, if injected at high speeds into a fusion reactor, would penetrate deeply into the plasma to provide satisfactory central fuelling.

Also, CT fuelling may be able to control plasma density and may even drive plasma current. CFFTP, in cooperation with CCFM, the University of Saskatchewan and the University of California-Davis at Livermore, has designed and built a CT gun. Initial testing is being conducted on the University of Saskatchewan's tokamak.

The CT gun is expected to be installed on the TdeV for performance evaluation.

With reduced emphasis on fossil fuels as our main energy resources in the coming decades, the search is on for long-term replacements. Fusion is one energy resource with significant

potential. The widespread abundance of fusion fuels and the prospect of its low environmental impact suggest that fusion is a desirable long-term energy source. However, mastering the process is a very difficult scientific and technical challenge.

Success can only be assured by pooling international resources and scientific talent. Canada's program is geared to international cooperation. Our scientists and engineers are making important contributions to world fusion power development, and our industry is successfully marketing goods and services to fusion development programs in other countries.

Detailed information on any project carried out under Task 3 is available from:

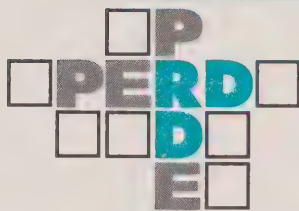
Office of Energy Research and  
Development  
Energy, Mines and Resources Canada  
580 Booth Street  
Ottawa, Ontario  
K1A 0E4

Phone: (613) 995-0478  
Fax: (613) 995-6146

---



CAF  
M590  
- 1995  
P62



Document  
Dossier

## TASK 4 : RENEWABLE ENERGY

**R**enewable energy resources, derived from the sun, the wind, water and earth - are environmentally-friendly when they are managed properly. These resources are virtually inexhaustible, and they have the potential to supplement our existing energy resources in a sustainable manner.

Renewable energy is abundant in nature, but its energy density is low. Task 4 is developing technologies to extract, harness and concentrate the vast resources of solar, wind, biomass and small-scale hydro energy.

### Bioenergy

Bioenergy research and development (R&D) projects are as diverse as Canada's biomass resources.

"Biomass" refers to all matter of plant and animal origin, including wastes. There are many challenges in this field. Two of them are described as follows:

**One challenge:** *To improve the productivity of forest biomass for energy use without imposing additional stress on the environment.*

Just as farmers tend their grain fields, foresters or woodlot owners will tend fields of trees planted and grown specifically for energy use. Forestry Canada, through the Program on Energy Research and Development (PERD), is selecting and testing the best species, hybrids and clones of fast-growing willows. Research projects and field trials are also being

conducted on "biological fertilizers," such as nitrogen-fixing organisms, which can improve plantation productivity without adverse environmental effects.

**Another challenge:** *To convert wood waste and other cellulose-based materials, which are normally destined for landfill sites, into usable fuel oils.*

Pyrolysis is a process that uses heat to break down complex materials, such as wood fibres, into simpler and more manageable substances. In conjunction with industry, Energy, Mines and Resources Canada (EMR) is supporting R&D of the fast pyrolysis of biomass to produce oils that may be fed into boilers to produce electricity. Not only does this technique use "rubbish," but also it produces minimal amounts of charcoal and gases.

Additional bioenergy research is being conducted on combustion, conversion to alcohols for the transportation sector, and collection and harvesting techniques - including those for forest and logging residues.

### Photovoltaics

The direct conversion of light into electricity can be achieved by means of a solid-state device made of semiconductor materials.

**One challenge:** *To reduce the prohibitive costs of fuel transportation and diesel generator maintenance in the Far North.*

EMR's laboratory at Varennes, Québec, continues to encourage developers of photovoltaic technology to take advantage of the long summer daylight in the Far North to complement today's electricity sources. Canada is currently developing photovoltaic (PV) stand-



Government  
of Canada

Gouvernement  
du Canada

Canada

alone and PV/diesel hybrid systems that will be able to supply power to single residences, small villages or scientific outposts. The advantages include add-on modules, which are easily supplied, and a technology that will not harm the fragile northern ecology.

## Wind

Through the centuries, wind energy has been harnessed to pump water, propel ships, mill grain, and more recently, generate electricity.

Canada is fortunate to have two major sites dedicated to testing wind energy conversion systems. The Atlantic Wind Test Site in Prince Edward Island specializes in electricity-generating turbines, including those coupled to diesel generators. In southern Alberta, wind-powered water pumps are put to the test.

**One challenge:** *To develop reliable, safe and efficient wind turbines, and to locate them effectively.*

The amount of energy produced by a wind turbine is proportional to the wind speed - the stronger the wind, the greater the potential to produce energy. With PERD's help, research conducted by Environment Canada's Atmospheric Environment Service is providing better knowledge about wind speed throughout the country. The work includes researching the significant increase of wind speed due to local geography - such as hills and ridges. This will allow wind energy developers to identify places with the highest wind energy potential.

## "Active" Solar Energy

Many people have probably seen solar collector panels that heat outdoor swimming pools. The same principle of converting the sun's radiation into thermal energy can be used to heat domestic hot water tanks. However, these systems are very expensive.

**One challenge:** *To reduce the cost of solar collectors and make domestic hot water heaters affordable to Canadian homeowners.*

EMR, through PERD, is financing projects in Nova Scotia to tackle this challenge. Improving the absorber material in solar collectors will allow them to capture more heat from the sun. To lower production costs, R&D is required to find more efficient processes to coat the surfaces of collectors with this higher performance material.

## "Passive" Solar Energy

The effectiveness of naturally-available heat and light can be improved when a building designer considers the collection, distribution and storage of solar energy.

As heat loss through the windows of conventional buildings is significant, Canada has concentrated R&D efforts over the past few years on the development of high performance windows. These windows maximize the amount of solar radiation penetrating into a building, while minimizing the amount of heat loss. Since they have been introduced to consumers, these windows have become increasingly popular.

**One challenge:** *To control the amount of solar energy passing through windows while minimizing heat loss.*

With investments from PERD, EMR is also focusing efforts on perfecting windows with a built-in electric "shade." These windows are called "electrochromic" windows.

Imagine a dimmer-switch that controls the amount of heat and light coming in through the window. To prevent overheating, reduce air conditioning costs in summer, or simply reduce direct light and cut glare, the electrochromic properties of the glass would be activated with the dimmer-switch. Or the windows

could be kept fully transparent to let all the solar energy in when needed.

## Small-Scale Hydro

**One challenge:** *To lower the costs of this environmentally-friendly industry (less than 20 megawatt capacity) and improve its economic viability.*

Site-specific hydrologic studies often involve high costs relative to the overall development costs of small-scale hydro projects. To solve the problem, Environment Canada, with PERD resources, is developing user-friendly computerized models and methodologies to estimate water flows available for power generation.

There are no energy giants in the Canadian renewable energy field; the industry is fragile and fragmented, and it requires nurturing at the most basic levels. On the other hand, the sources of renewable energy are widely dispersed. They have the potential to make a significant contribution to regional prosperity and job creation. The technologies are modular and can be installed relatively quickly.

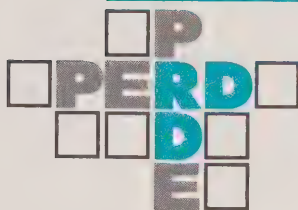
Detailed information on any project carried out under Task 4 is available from:

Office of Energy Research and Development  
Energy, Mines and Resources Canada  
580 Booth Street  
Ottawa, Ontario  
K1A 0E4

Phone: (613) 995-0478  
Fax: (613) 995-6146



CAI  
MS90  
-1995  
PG2



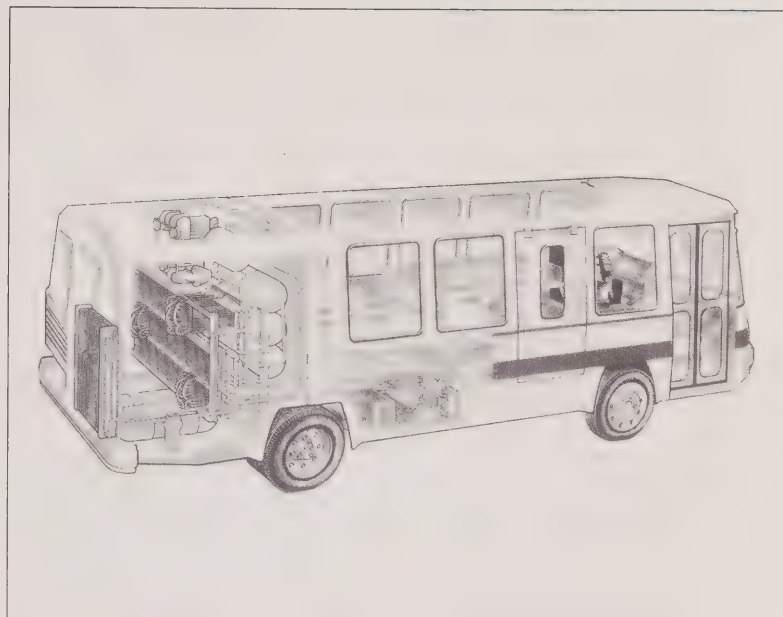
Document  
Produit

## TASK 5 : ALTERNATIVE TRANSPORTATION FUELS

**T**he transportation sector relies on hydrocarbons for its fuels, four-fifths of which are consumed by the road fleet. This fleet runs almost entirely on gasoline and diesel derived from our declining, conventional, light crude oil supplies. Moreover, the emissions from these fuels contribute to both urban and global atmospheric pollution. The Program on Energy Research and Development (PERD) supports the development of economic alternative fuels to lower our dependence on conventional petroleum and reduce pollution. PERD concentrates on technologies for the smooth and safe transitions for both feedstocks and fuels.

This research targets upgrading and conversion as well as the recovery of heavy oil and bitumen (the 'oil' in oil sands). As for end-use, the work embraces reformulated gasoline and well-known alternative fuels such as methanol, ethanol, natural gas and, for the longer term, more exotic forms such as fuel cells ('batteries' rechargeable with chemicals) and hydrogen.

The research aims strongly at environmental concerns. Attention must be paid to emissions from bitumen and heavy oil production, and from upgrading and conversion. Our fleet's exhaust gases include nitrogen oxides (NO<sub>x</sub>), volatile organic



**The Cordless Trolley, a fuel cell electric transit bus**  
(Courtesy of Ballard Power Systems Inc.)

compounds, carbon monoxide (CO) and carbon dioxide (CO<sub>2</sub>). These must be reduced.

### Bitumen and Heavy Oil Production

Light crude oil comes mostly from the Western Sedimentary Basin, where reserves are dwindling. But we can extend our domestic supply by using heavy oil and oil sands. Canada has these resources in huge quantities, but their geology dictates that only a fraction of the total can be produced economically today.

**One challenge:** *To increase the oil production of heavy oil fields.*

Crude oil is typically produced from vertical wells. However, these are less efficient when the geological

reservoirs are thin, are too susceptible to water production (in the case of oil reservoirs underlain by bottom water), or have low oil mobility. The Canada Centre for Mineral and Energy Technology (CANMET), with financial support from PERD, is assisting the oil industry to develop horizontal well technology with a better understanding of the application of this technology to particular Canadian oil reservoirs and recovery schemes, and by improving well completion and production techniques. Oil companies are already benefitting from this research. The Tangleflats North heavy oil field in Saskatchewan is a good example. Its cumulative, vertical-well production of 150 thousand barrels was extended to 1,300 thousand barrels using horizontal wells.



---

## Feedstocks for Refineries

Bitumen, produced from oil sands, and heavy oil must be upgraded before use as feedstock by refineries. As about 70 per cent of the current heavy oil and bitumen production is exported, the value added to upgrading in Canada would provide considerable economic benefits. Current commercial upgrading technologies are capital and energy intensive, and they have some impact on the environment (CO<sub>2</sub> emissions and solid waste streams).

**One challenge:** *To develop more efficient upgrading technologies.*

Often, heavy oils are produced by recovery techniques such as steam injection, which produces an oil/water emulsion not acceptable for pipelining unless the water is removed, a difficult and costly undertaking. CANMET, through PERD, is developing an emulsion upgrading process, which accepts heavy oil/water emulsions and gives a product that meets pipeline specifications. Other advantages of this process include valuable hydrogen as a by-product and the reduced emission of solid wastes. This promising work is done in collaboration with industrial partners.

## Approximations to Gasoline or Diesel

Over nearly a century, we have built our huge ground transportation fleet and fuelling infrastructure around gasoline and diesel fuel. Even while our feedstocks change and we move to a sustainable environment, it is to our advantage to maintain this investment by introducing new fuels that have some compatibility with the existing fuel distribution infrastructure. Ethanol and methanol are two such fuels.

**One Challenge:** *To develop an ethanol-powered transit bus.*

Ethanol has been used as an extender or substitute for gasoline in engines, but has not been used commercially on the road as a substitute for diesel. Experiments have shown that ethanol emits less CO and NO<sub>x</sub> than either gasoline or diesel. It does, however, emit more aldehydes, but experiments have shown that they can be controlled by using catalytic converters similar to those used in cars. All vehicles emit some unburned fuel. Unburned ethanol is less hazardous than unburned gasoline. The first two ethanol-powered buses in North America were in service two years ago on an experimental basis. Their in-service performance is being studied by Regina Transit with the support of Motor Coach Industries, Detroit Diesel of Canada Ltd., Mohawk Oil and PERD through Energy, Mines and Resources. Results to date have shown excellent performance in comparison to diesel. Ethanol can be produced from grain or biomass. The fuel being used in the trial is from Saskatchewan grain.

## Novel Fuels

In the long term, environmental sustainability, clean urban air and the uncertainties of high quality feedstock for the production of liquid fuels indicate that we must examine novel options for powering transportation systems. The most promising alternatives are hydrogen and electricity, which can be produced from virtually all alternative energy sources.

**One Challenge:** *To develop a hydrogen-powered fuel cell system for urban buses.*

Hydrogen can be stored on board a vehicle and used in fuel cells to produce electricity. Ballard Power Systems of Vancouver has developed a powerful solid polymer fuel cell. A stack of 24 of these fuel cells will be used to power a Vancouver transit bus, thus replacing its diesel engine. This is one of the first field trials of such a system in the world. It is expected that the energy efficiency of the bus will be substantially increased, producing no harmful emissions. The waste product of this fuel cell is just water, although there can be emissions in the production of the hydrogen. The project is supported by Ballard, Vancouver Transit, the BC Ministry of Energy, Mines and Petroleum Resources, the BC Ministry of Advanced Education, Training and Technology and PERD through Energy, Mines and Resources.

By meeting these challenges, PERD helps ensure that Canada's future transportation fuels will come from Canadian sources and ease the burden on the Canadian environment.

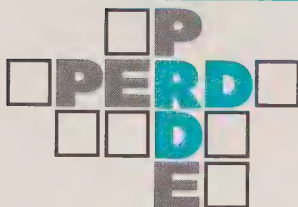
Detailed information on any project carried out under Task 5 is available from:

Office of Energy Research and Development  
Energy, Mines and Resources Canada  
580 Booth Street  
Ottawa, Ontario  
K1A 0E4

Phone: (613) 995-0478  
Fax: (613) 995-6146

---





## TASK 6 : OIL AND GAS

**M**ost petroleum products in Canada are refined from light, low-sulphur crude oil. Although large quantities of this oil are produced in Alberta, Canada also imports a substantial amount of crude oil to satisfy the demand for domestic supplies of petroleum products. And, it is likely that we will need to import more, as our conventional production declines.

Production from Canada's current major suppliers is expected to decrease, while world-wide demand for light crude increases. As a result, Canada will be bidding against other countries for limited supplies.

However, in our frontier regions, there are large reserves of light crude oil. These regions are in the Beaufort Sea and off Canada's East Coast. Already, there is modest production off the coast of Nova Scotia.

These frontier resources are worth hundreds of billions of dollars, even at current low oil prices. We can convert them into investment, industrial activity, employment and regional development as we produce oil for our own use, or for sale abroad. This is preferable to spending money to buy crude from other countries, because this expenditure affects our balance of trade.

### The Market

Our frontier resources will be developed only when it is profitable to do so. The challenge frontier producers face is to reduce



production costs to meet world prices while protecting and preserving the environment. Research and development activity will help the industry meet this challenge.

For many years, the Government of Canada has had a stake in the management of frontier lands. It has a regulatory responsibility and must provide essential services, such as weather and ice forecasting, and hydrographic charts of the sea lanes. The goal of the Oil and Gas Task is to ensure that government and industry have the technical knowledge to regulate and exploit Canada's frontier hydrocarbon resources. Key departments in this endeavour are Environment Canada, Department of Fisheries and Oceans, Transport Canada, and Energy, Mines and Resources (EMR). The following technical challenges illustrate the scope of activities.

### Oil and Gas Operations in a Harsh Marine Environment

Offshore exploration and production systems must be designed to withstand the enormous forces that occur in the marine environment, including wind, waves and ice. To ensure safety, minimize costs and protect the environment, engineers must be able to understand and predict ocean conditions, and the loads on platforms and ships.

**One challenge:** *To understand and predict environmental forces, and the behaviour of structures and materials in frontier areas.*

Heavy ice conditions in the Beaufort Sea and over the Grand Banks make operations hazardous. Ice also imposes restrictions on design criteria for offshore oil and gas drilling platforms. Ice characteristics and the

interaction of ice with structures are areas where the Program on Energy Research and Development (PERD) is providing research leadership, through Environment Canada and the Department of Fisheries and Oceans. This work is designed to reduce constraints on energy development. Other areas include: waves, and their shock and fatigue load on offshore structures; improved wind/wave models; and methods to estimate the occurrence of combined extreme environmental events. This will allow engineers to design, build and operate offshore systems safely, and economically.

### **Pipeline/Permafrost Interaction**

The environment in northern Canada, where new oil and gas pipelines will be located, is very sensitive. Fragile permafrost (permanently frozen ground) lies just below the surface of this large area. Engineers are concerned about the possibility that the permafrost may thaw during construction or from the heat of the pipelines themselves. This can result in soil movement that can damage the pipelines.

**One challenge:** *To ensure the safety and environmental acceptability of pipelines in permafrost areas.*

With funding from PERD, EMR's Geological Survey of Canada is investigating the behaviour of a buried pipeline in freezing and thawing soils. The goal is to increase our understanding of the fundamental processes involved in frost movement, or heave. Another goal is to determine the magnitude and distribution of frost heave forces over time, and how these forces affect the pipeline.

Other PERD projects include:

- a study of the performance of the Norman Wells oil pipeline in the upper Mackenzie Valley, and

- a major drilling and testing program to study permafrost and geotechnical conditions of the sediments in the Mackenzie River Delta area.

### **Offshore Geotechnics - Seabed Stability**

Seabed instabilities create difficulties for engineers who face the challenge of designing structures in offshore areas where petroleum resources have been discovered. Offshore structures engineering has been very conservative, and an improved understanding of seabed stability issues will ensure safer and more cost-effective design practices.

**One challenge:** *To identify and understand seabed and subsurface instabilities because they affect the design of offshore structures.*

The focus is on research that may help reduce costs and the uncertainties related to seabed issues during exploration and production. PERD is sponsoring studies on potential seabed and subsurface instabilities. Cooperative work with industry has been conducted on the continental shelves off the coasts of Newfoundland and Nova Scotia, including joint surveys and access to data and equipment.

### **Western Canada Sedimentary Basin (WCSB)**

It is widely believed that most of the oil and gas in the WCSB have been discovered. However, estimates of undiscovered deposits suggest that there are significant volumes of oil and gas in many small- and medium-sized pools. These are the targets for small companies who are able to take advantage of the low exploration costs, and the pipeline and processing infrastructure that is already in place.

**One Challenge:** *To provide a continuously improving knowledge base that stimulates exploration for small and medium oil and natural gas pools; and to provide geological, geochemical and reservoir information that will contribute to the enhanced recovery of conventional oil.*

This supports continuing research work on the WCSB in the main areas funded by PERD. Research includes the study of oil-source systems using organic geochemistry and mass balance approaches, and thermal and burial history; and reservoir studies including fluid identification and fluid-rock interaction.

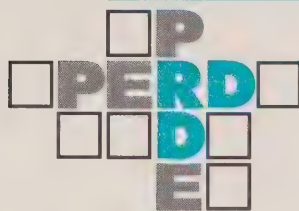
The Government of Canada is responsible for standards, regulations and the provision of essential services. PERD provides the technical knowledge to ensure that our oil and natural gas resources be developed in a cost-effective and environmentally responsible manner.

Detailed information on any project carried out under Task 6 is available from:

Office of Energy Research and Development  
Energy, Mines and Resources Canada  
580 Booth Street  
Ottawa, Ontario  
K1A 0E4

Phone: (613) 995-0478  
Fax: (613) 995-6146



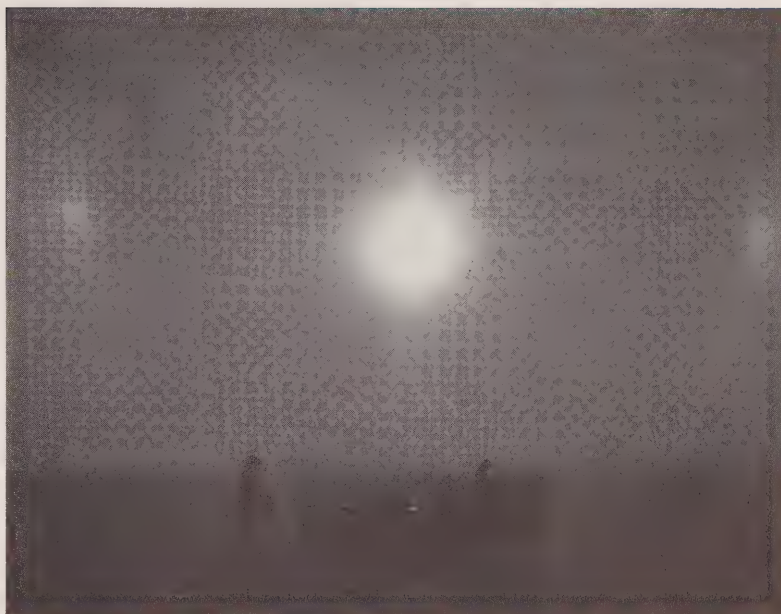


## PROGRAMME DE RECHERCHE ET DE DÉVELOPPEMENT ÉNERGÉTIQUES

Il faut de l'énergie pour tout. L'immensité de notre territoire, la rigueur de notre climat et nos industries énergivores font des Canadiens de grands consommateurs d'énergie. Sans un approvisionnement adéquat et abordable en énergie, nous ne pourrions maintenir notre mode de vie. Heureusement, le Canada a la chance de posséder de vastes ressources énergétiques - charbon, sables bitumineux, pétrole classique, ressources en gaz et en pétrole des régions pionnières, gaz naturel, uranium, hydroélectricité, biomasse et autres ressources renouvelables. La diversité de ces ressources favorise la mise en place d'un réseau énergétique varié et souple pouvant être adapté aux besoins régionaux.

La recherche et le développement (R-D) sur la technologie connexe favorisent et font progresser l'innovation industrielle au Canada. La commercialisation de cette R-D contribue en retour richesse et prospérité par la création d'emplois et le développement des exportations et ce, non seulement dans les secteurs des ressources mais aussi dans les industries de fabrication et de services, des retombées que l'importation de la technologie ne pourrait engendrer.

Le Programme de recherche et de développement énergétiques (PRDE) contribue à cet essor par le financement de nombreux programmes scientifiques et techniques mis en oeuvre par le gouvernement fédéral, le secteur privé, les universités et les provinces.



Les activités s'inscrivant dans le cadre de ce programme sont multiples et incluent entre autres des projets de R-D menés par les laboratoires du gouvernement, des alliances et consortiums, des entreprises privées et d'autres organismes; la coopération internationale; des services d'expert-conseil auprès de l'industrie et la diffusion d'information.

L'énergie étant requise partout, il n'est pas surprenant qu'un grand nombre d'organismes fédéraux engagés dans la R-D participent au PRDE; c'est le cas notamment d'Agriculture Canada, d'Énergie atomique du Canada Limitée, de la Société canadienne d'hypothèques et de logement, d'Énergie, Mines et Ressources Canada, d'Environnement Canada, de Pêches et Océans Canada, de Forêts Canada, de Santé et Bien-être social Canada, du ministère des Affaires indiennes et du Nord, de la Défense nationale, de l'Office national de l'énergie, du Conseil national de recherches du Canada, de

Travaux publics Canada et de Transports Canada.

### Le PRDE appuie la R-D dans les domaines suivants :

- **efficacité énergétique :** bâtiments; valorisation des déchets; chauffage; procédés industriels; secteur agro-alimentaire; pêches; systèmes de transport urbains; efficacité du diesel; fabrication
- **charbon :** évaluation des ressources; exploitation; préparation; utilisation du charbon; facteurs environnementaux
- **fusion :** réacteur de fusion expérimental; systèmes d'alimentation en combustible
- **énergie renouvelable :** énergies éolienne, solaire et photovoltaïque; petites centrales hydroélectriques; production de biomasse, combustion et conversion en liquides et en gaz; programmes

généraux de R-D en environnement sur les gaz à effet de serre et sur la décontamination des sols pollués par des produits pétroliers.

- **carburants de transport de remplacement** : mise en valeur des hydrocarbures, sables bitumineux/pétrole lourd; combustibles liquides dérivés du gaz naturel; piles à combustible; batteries; essences reformulées; éthanol; méthanol; gaz naturel comprimé; hydrogène
- **pétrole, gaz et électricité** : prévisions relatives à l'environnement; techniques de construction de plates-formes en mer; pergélisol; transport du pétrole et du gaz des régions pionnières; aspects environnementaux liés aux gros projets hydro-électriques; production, transmission et distribution de l'électricité.

L'effet du PRDE se remarque à court et à long termes. Ainsi, bon nombre de projets de recherche et de développement sont dictés par des besoins précis de l'industrie en matière de compétitivité. D'autres visent à acquérir les connaissances scientifiques et techniques fondamentales nécessaires à l'exploitation des possibilités futures dans le secteur de l'énergie.

Comme la consommation d'énergie a des répercussions évidentes sur l'environnement, des activités de recherche et de développement ayant pour but de modifier les modes de production et d'utilisation de l'énergie sont également menées dans le cadre du PRDE. Les innovations qui en résultent contribuent à une utilisation plus judicieuse de l'énergie dans les bâtiments, l'industrie et les véhicules. La mise au point de techniques, plus efficaces et moins polluantes, de production d'électricité à partir des

combustibles fossiles a par ailleurs permis de réduire encore davantage les émissions libérées. On investit également dans des techniques faisant appel à des combustibles et à des sources d'énergie moins polluants comme l'hydrogène, la fusion et les ressources renouvelables et on cherche à améliorer la qualité de l'air en milieu urbain en perfectionnant les procédés de combustion de l'essence et du carburant diesel et en examinant des carburants de remplacement pour le secteur du transport. En outre, des codes de sécurité ont été établis pour les plates-formes de forage en mer et les pipelines pour éviter des défaillances qui pourraient s'avérer catastrophiques. Enfin, à l'échelle mondiale, le PRDE participe aux efforts visant à comprendre les processus naturels de formation et de décomposition des gaz à effet de serre, ainsi que les effets des activités de l'homme sur ces processus.

Le PRDE repose sur la coopération. À l'échelle nationale, des liens étroits sont maintenus avec les provinces, l'industrie et les universités, au moyen de comités mixtes, de projets, d'ateliers, de colloques et de séances informelles. En outre, divers mécanismes ont été mis en place pour permettre au secteur privé d'être consulté lors de la planification et de l'examen du programme. Sur la scène internationale, le Canada participe, par le biais du PRDE, à des projets multilatéraux de R-D menés par l'Agence internationale de l'énergie, en plus de collaborer à d'autres activités prévues par des protocoles d'entente bilatéraux. Enfin, des scientifiques canadiens collaborent aux travaux menés par des organisations scientifiques internationales dans le secteur de l'énergie, notamment ceux de l'Organisation internationale de normalisation.

Les questions énergétiques sont étroitement liées à l'environnement, à l'économie et au développement régional, trois des principaux secteurs de préoccupation actuels et futurs de notre pays. La mise au point de techniques de production et de consommation d'énergie efficaces et non polluantes pour en retirer des avantages économiques et sociaux est essentielle à notre bien-être national. Ce programme de recherche et de développement énergétiques multidisciplinaire et souple joue un rôle important dans l'avenir énergétique de notre pays

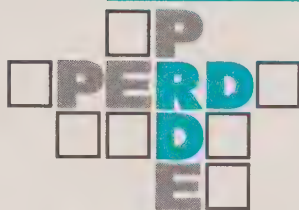
Pour de plus amples renseignements sur les projets réalisés dans le cadre du PRDE, s'adresser au :

Bureau de recherche et de développement énergétiques  
Énergie, Mines et Ressources Canada  
580, rue Booth  
Ottawa (Ontario)  
K1A 0E4

Téléphone : (613) 995-0478

Télécopieur : (613) 995-6146





## CHAMP D'ACTIVITÉ N° 1 : L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

Il y a un prix à payer pour l'immensité du territoire canadien, la rigueur de notre climat et la forte consommation d'énergie de nos industries. Ce prix est l'énergie, qui représente une proportion significative du coût de bon nombre de biens et de services produits au Canada. Aussi, l'utilisation efficace de l'énergie est-elle essentielle à la prospérité de notre pays, au maintien de sa situation concurrentielle et à la protection de notre environnement.

Or, pour une utilisation efficace de l'énergie, nous avons besoin de nouvelles techniques fondées sur des connaissances et des compétences solides. Le rôle du Programme de recherche et de développement énergétiques (PRDE) en matière d'efficacité énergétique est justement de voir à l'établissement et au maintien de cette base de connaissances. En collaboration avec l'industrie, les provinces et les universités, les participants à ce champ d'activité reçoivent des fonds du PRDE pour élaborer des techniques, des systèmes et des normes et voir à leur application dans chaque secteur de l'économie.

### Ressources

Les industries d'exploitation des ressources du Canada (pâtes et papiers, mines et minéraux) dépendent de procédés hautement énergivores. Toute économie d'énergie dans ces secteurs se traduira par une baisse des coûts de production.

**Un défi :** Accroître l'efficacité énergétique du procédé de séchage du papier



Pour faire du papier, la pâte de bois doit être soumise à un long processus de séchage. Après la première phase de séchage, la pâte est transformée en une bande continue de papier, laquelle renferme encore 60 pour 100 d'eau. L'étape suivante consiste à éliminer cette eau, en faisant passer la bande de papier entre 40 à 50 rouleaux chauffés. Il s'agit d'un procédé coûteux, tant par sa durée que par sa consommation d'énergie.

L'Institut canadien de recherches sur les pâtes et papiers est à perfectionner un procédé de pressage forcé à température élevée. Ce procédé consiste à faire passer la bande de papier humide entre un rouleau d'acier et un autre rouleau recouvert de feutre. Le rouleau d'acier est chauffé par induction électrique. L'eau contenue dans le papier entre en contact avec le rouleau d'acier chauffé. Instantanément, une partie de l'eau est transformée en vapeur, laquelle entraîne une partie de l'eau encore présente dans le papier vers le rouleau de feutre.

Pour réduire la consommation d'énergie au séchage, il faudrait installer de tels séchoirs dans les usines existantes et en doter les nouvelles usines. L'Institut croit que cette innovation réduira les coûts de séchage et produira un papier de meilleure qualité.

### Industrie de transformation

La production chimique et pétrochimique représente un volet important de la base industrielle du Canada. Le transfert thermique compte parmi les principaux procédés utilisés par ces industries. Pour obtenir un produit final, les charges d'alimentation doivent être chauffées ou refroidies à des températures précises, auxquelles se produiront les réactions et les séparations chimiques requises. Des procédés d'échange thermique plus efficaces augmenteraient l'efficacité globale du processus.

**Un défi :** Améliorer l'efficacité énergétique des procédés de transfert thermiques utilisés dans l'industrie

Malgré de nombreuses années de recherche, peu de procédés ont atteint une efficacité énergétique qui se rapproche du seuil de rendement thermodynamique. De nombreuses recherches restent à entreprendre pour résoudre les problèmes liés aux techniques actuelles et mettre au point de nouvelles techniques pour les applications futures.

Le PRDE investit dans le Service de transfert de chaleur et d'écoulement de fluide (STCEF), un programme de coopération entre le Canada (Énergie atomique du Canada Limitée) et le Royaume-Uni. Cette initiative prévoit la conduite de projets de recherche conjoints et la mise en place d'un service international de transfert des technologies industrielles. Quelque 200 entreprises provenant de 25 pays participent au programme, à titre de membres cotisants. Les sociétés canadiennes qui en font partie peuvent obtenir, à des tarifs spéciaux, de l'information qu'elles utilisent pour demeurer au premier rang dans le domaine de la technologie et des développements connexes.

## Agro-alimentaire

Les agriculteurs et les pêcheurs canadiens consomment beaucoup d'énergie. Cependant, la plupart d'entre eux sont de petits exploitants indépendants qui, en dépit de leur enthousiasme, sont incapables d'entreprendre des projets de recherche et de développement adéquats. Pour réduire leur dépendance à l'égard des subventions et être en mesure d'être concurrentiels sur la scène internationale, les agriculteurs et les pêcheurs doivent diminuer leurs coûts d'énergie, lesquels représentent de 15 à 25 pour 100 de leurs frais d'exploitation.

**Un défi :** *Conserver l'énergie et le sol en réduisant le travail du sol*

Chaque fois qu'un agriculteur laboure son champ, il y a consommation d'énergie. Agriculture Canada poursuit des recherches sur des techniques agronomiques qui réduisent le travail du sol et, partant, conservent à la fois l'énergie et le sol, une préoccupation majeure dans les Prairies. Ces travaux ont notamment mené à la mise au point d'un semoir à grains, grâce auquel les agriculteurs peuvent semer directement au travers du chaume.

Les scientifiques espèrent ainsi aider les agriculteurs à obtenir de bonnes cultures en endommageant peu le sol et à réduire leurs pertes d'engrais, en déterminant la profondeur optimale des semis et en calculant les doses requises de semis et

d'engrais. Plutôt que d'avoir chaque fois à labourer, à herser, et à semer l'agriculteur peut maintenant effectuer tout le processus en une seule étape, avec le semoir à grains. Cette innovation devrait réduire de façon significative les coûts en carburant dans le secteur agricole.

## Transport

Le transport des biens et des personnes au Canada est un secteur où la consommation de carburants est élevée. D'un point de vue thermodynamique, les moteurs ne sont pas des appareils efficaces. Leur rendement dépend de nombreux facteurs, notamment de la composition du carburant, du climat, des normes d'émissions, de la conception du moteur et des conditions routières.

Cependant, des améliorations même mineures du rendement thermodynamique pourraient se traduire par d'énormes économies d'énergie et d'argent et par une réduction significative des émissions. Pour réaliser ces améliorations, toutefois, il nous faut enrichir sensiblement nos connaissances de base.

**Un défi :** *Approfondir nos connaissances fondamentales pour la conception de moteurs diesel efficaces produisant moins de polluants*

Le Conseil national de recherches du Canada cherche à élargir nos connaissances de base sur la combustion. Il étudie notamment comment la composition du carburant et sa teneur en additifs et en soufre influent sur le taux de rejets de polluants et le rendement. Les réponses formulées jetteront une lumière nouvelle sur ces questions. Ces réponses devraient également mener à de nouvelles techniques de diagnostic et de conception pour les raffineurs et concepteurs de moteurs, lesquels seront alors en mesure d'assortir carburants et moteurs de manière à obtenir un rendement optimal et des émissions minimales dans les conditions canadiennes.

## Bâtiments

L'industrie canadienne du bâtiment est vaste et fragmentée. Elle est en outre constituée d'un grand nombre de petites entreprises difficilement capables d'entreprendre des programmes de R-D. Ce secteur procure toutefois de nombreux emplois. De nouvelles techniques de conservation d'énergie se traduiraient par des économies de coût directes pour le consommateur. Elles seraient également bénéfiques pour l'industrie du bâtiment qui disposerait ainsi de solutions de modernisation rentables. Le défi pour les scientifiques est de mettre au point des

techniques qui auront la confiance des consommateurs, pour lesquelles existera une fonction de service et qui pourront être utilisées en toute confiance par les secteurs de la fabrication et de la construction.

**Un défi :** *Mettre au point des systèmes de chauffage et de refroidissement efficaces pour les gros immeubles*

Le Centre Canada, immeuble fédéral situé à Scarborough (Ontario), est le lieu d'un essai permanent portant sur plusieurs méthodes de chauffage et de refroidissement efficaces. Construit en 1985, le Centre Canada est doté d'un système de stockage souterrain de l'énergie thermique. Ce système se compose de réservoirs d'eau, de thermopompes utilisant l'aquifère comme source de chauffage et de refroidissement ainsi que d'un système informatisé de surveillance et de contrôle. L'immeuble est aussi doté d'un système de chauffage solaire de l'eau pour usages domestiques. L'utilisation du système de stockage a déjà permis de réduire les coûts annuels d'électricité de 15 à 25 pour 100.

Selon les estimations, le chauffage des gros immeubles commerciaux a coûté quelque 2,8 milliards de dollars en 1990 et leur climatisation, environ un milliard.

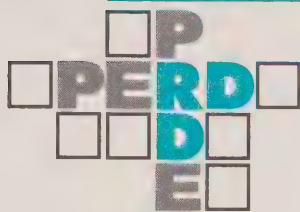
Le succès de la R-D sur l'efficacité énergétique ne se limite pas à des économies d'énergie et d'argent. En effet, vu la diversité d'application des mesures de conservation d'énergie, la R-D contribue également au développement économique dans toutes les régions du Canada. Par une R-D unique et novatrice, notre secteur manufacturier améliore sa situation concurrentielle internationale et crée des emplois. La R-D profite aussi aux Canadiens et aux Canadiennes, qui voient leurs factures de chauffage et d'électricité diminuer. Tous les projets de R-D ne sont pas couronnés de succès. Cependant, ceux qui le sont procurent des retombées qui se répercutent sur les générations futures.

Pour de plus amples renseignements sur les projets réalisés dans le cadre du champ d'activité n° 1, s'adresser au :

Bureau de recherche et de développement énergétiques  
Énergie, Mines et Ressources Canada  
580, rue Booth  
Ottawa (Ontario)  
K1A 0E4

Téléphone : (613) 995-0478  
Télécopieur : (613) 995-6146





## CHAMP D'ACTIVITÉ N° 2 : LE CHARBON

**L**e charbon est le plus abondant combustible fossile au Canada. Les vastes gisements qui se trouvent dans l'Ouest canadien, en Nouvelle-Écosse et dans le Nord sont suffisants pour répondre à nos besoins en énergie au cours du prochain siècle. On peut tirer du charbon de nos gisements environ quatre fois plus d'énergie que de nos autres ressources énergétiques réunies (pétrole, gaz naturel et sables bitumineux). À l'heure actuelle, le charbon satisfait environ 15 pour 100 des besoins du Canada en électricité. Les centrales exploitées en Alberta, en Saskatchewan, en Ontario, en Nouvelle-Écosse et au Nouveau-Brunswick sont de grands consommateurs de charbon. En outre, les exportations de ce produit ont rapporté quelque 2 milliards de dollars en 1991.

Même si les réserves de charbon abondent, une utilisation intensive pourrait entraîner des problèmes environnementaux. L'inefficacité des méthodes de combustion du charbon entraîne la cause des émissions d'anhydride sulfureux, d'oxyde nitreux et de gaz carbonique qui aggravent nos problèmes de pollution, c'est-à-dire les pluies acides, l'effet de serre et la poussière. Le champ d'activité no 2 a pour but de réduire ces émissions grâce à la R-D et de trouver des moyens de se tailler une place enviable sur le marché mondial.

### Évaluation des ressources

D'autres pays possèdent aussi de vastes réserves de charbon; pour les concurrencer, les sociétés minières canadiennes doivent réduire leurs coûts de fonctionnement et satisfaire aux exigences des clients internationaux sur le plan de la qualité du charbon.



**Un défi :** *Trouver au Canada des gisements de charbon commercialisable et dont l'exploitation pose peu de problèmes environnementaux*

Dans le cadre du Programme de recherche et de développement énergétiques (PRDE), la Commission géologique du Canada dresse un Inventaire national des ressources houillères que peut consulter n'importe quelle société d'exploitation du charbon. Des renseignements sur les paramètres géologiques, économiques et environnementaux relatifs aux gisements de charbon, qui étaient auparavant propriété exclusive des exploitants de mines de charbon, ont été intégrés à des modèles informatisés régionaux complets. L'industrie minière pourra s'en servir afin d'optimiser l'exploration et le développement de futurs gisements de charbon.

### L'exploitation minière

Au Canada, on trouve surtout deux grands types d'exploitation minière : les mines à ciel ouvert et les mines

souterraines. En Nouvelle-Écosse, ces exploitations souterraines s'avancent même sous la mer. On s'intéresse de près à la poussière de charbon et au méthane libérés au cours des activités d'exploitation dans ces mines souterraines car ils constituent un risque pour la santé et la sécurité des mineurs.

Les mines à ciel ouvert, qui se retrouvent pour la plupart dans l'Ouest canadien, produisent plus de 90 pour 100 du charbon canadien (production totale de 71 millions de tonnes en 1991). Dans les Plaines, on apporte beaucoup de soin à la remise en état des sites miniers; mais dans les régions montagneuses, ce travail est plus difficile et de sérieux contrôles environnementaux sont nécessaires.

**Un défi :** *Améliorer les opérations minières et les conditions de la remise en état des terres dans une perspective de respect de l'environnement*

Le Centre canadien de la technologie des minéraux et de l'énergie (CANMET) fait partie, par l'entremise du PRDE, d'un consortium industriel qui élaborera des lignes directrices sur les plans relatifs aux

rejets miniers et à l'écoulement des eaux dans le fond des vallées des régions montagneuses ainsi que sur leur rendement à long terme. Le groupe établira en outre des critères concernant l'abandon de mines dans ces régions. Les résultats du projet aideront l'industrie à respecter l'environnement et à garder sa réputation d'exportatrice.

## Usines de préparation du charbon

L'industrie canadienne du charbon doit fournir un produit d'excellente qualité pour être compétitive sur le marché international. Le charbon peut contenir des quantités élevées de soufre et de matières minérales qu'il faut éliminer par un processus d'enrichissement, dans des usines de préparation. Des règlements environnementaux rigoureux s'appliquent aux effluents de ces usines.

**Un défi :** *Accroître l'efficacité des usines de préparation du charbon*

CANMET, de concert avec l'industrie, a lancé un programme visant à améliorer le rendement et la productivité des usines de préparation du charbon. Des études de cas réalisées dans diverses usines ont permis de comparer le rendement des différentes technologies d'enrichissement du charbon. On a fait des recommandations précises en vue d'améliorer la récupération du charbon propre ainsi que de déterminer et d'expliquer les causes possibles des lacunes observées. L'usine de préparation dont l'efficacité est accrue respecte mieux l'environnement puisqu'il y a diminution de sa production d'effluents. Jusqu'à maintenant, ces améliorations ont procuré à l'industrie des avantages directs représentant de 15 à 30 millions de dollars par année.

## Utilisation

La plus grande partie du charbon consommé au pays sert à la production d'électricité ou d'acier. Les entreprises de services publics et les aciéries ont déterminé trois approches fondamentales pour réduire les émissions causées par l'utilisation du charbon : accroître

l'efficacité des centrales et des aciéries, réduire les émissions d'agents polluants, notamment le NO<sub>x</sub>, et séparer des émissions certaines de leurs composantes chimiques pour les réutiliser ou les éliminer en toute sécurité.

**Un défi :** *Développer des technologies d'utilisation du charbon plus efficaces et plus sûres pour l'environnement*

CANMET, au moyen du PRDE, cherche des moyens d'améliorer l'efficacité et la productivité des processus métallurgiques qui utilisent le charbon canadien. Ce but peut être atteint grâce aux innovations canadiennes comme le processus de cokéfaction continu, élaboré pour CANMET à la McMaster University et qui est actuellement étudié par plusieurs aciéries internationales. De plus, le PRDE finance des projets ayant pour objet l'étude des propriétés des charbons canadiens consommés par des aciéries canadiennes et étrangères qui utilisent des processus conventionnels et non-conventionnels de production.

CANMET et Environnement Canada (EC) travaillent de concert, dans le cadre du PRDE, à améliorer de nouvelles technologies de production d'électricité à partir du charbon, comme le système intégré de gazéification à cycle combiné (SIGCC). Ce processus permet de produire de l'électricité par la gazéification du charbon et l'utilisation combinée d'une turbine à gaz et d'une turbine à vapeur. Le SIGCC est plus efficace que les processus conventionnels utilisés dans les centrales thermiques; il libère donc moins d'émissions gazeuses et solides. Le PRDE finance la recherche en vue d'améliorer et d'optimiser le SIGCC pour qu'il soit un jour utilisé au Canada.

On a aussi entrepris, dans le cadre du PRDE, un projet de surveillance et de limitation des émissions d'éléments-traces. L'industrie pétrochimique, les industries des métaux et les centrales thermiques alimentées au moyen de combustibles fossiles libèrent dans l'atmosphère des produits chimiques, y compris des métaux lourds (p. ex. du mercure, du nickel) et des composés organiques qui peuvent constituer une menace pour l'homme et l'environnement. CANMET et EC participent à un programme de recherche

international, le *Plant Integrated Systems Chemical Emissions Study* (PISCES). CANMET contribuera à trouver des méthodes meilleures et moins coûteuses de surveiller et de contrôler les émissions d'éléments-traces.

Dans le champ d'activité no 2, les intervenants essaient de trouver de nouvelles façons d'appliquer au bitume, au gaz naturel et aux déchets les connaissances acquises grâce aux technologies du charbon; par exemple, des processus de combustion avancés, qui ont d'abord été développés pour le charbon, pourraient être appliqués aux centrales thermiques alimentées au gaz naturel.

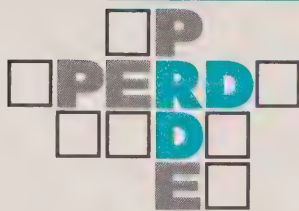
Le charbon et d'autres combustibles fossiles continuent à jouer un rôle important dans le domaine de l'énergie au Canada. Au cours des dix prochaines années, l'industrie des combustibles fossiles et les services publics devront faire face à de nombreux problèmes, tant sur la scène nationale (sécurité, coûts de production, environnement) qu'internationale. Dans le cadre du PRDE, on cherche les solutions technologiques pour les aider.

Pour de plus amples renseignements sur les projets réalisés dans le cadre du champ d'activité n° 2, s'adresser au :

Bureau de recherche et de développement énergétiques  
Énergie, Mines et Ressources Canada  
580, rue Booth  
Ottawa (Ontario)  
K1A 0E4

Téléphone : (613) 995-0478  
Télécopieur : (613) 995-6146





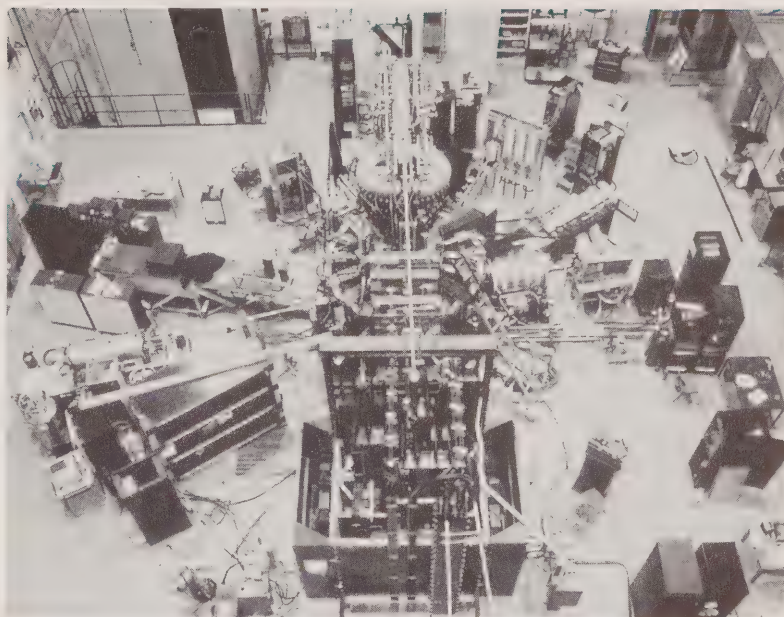
## CHAMP D'ACTIVITÉ N° 3 : LA FUSION

**L**a fusion est la source d'énergie qui alimente le soleil et les étoiles. Ce phénomène, qui consiste en la formation d'un noyau plus lourd par la fusion de deux noyaux atomiques légers, s'accompagne d'une libération d'énergie. L'exploitation de la fusion sur terre fournirait une source abondante d'électricité.

Les combustibles de fusion sont pratiquement inépuisables, et il est probable que cette source d'énergie serait moins dommageable pour l'environnement que ne le sont la fission nucléaire et la combustion de combustibles fossiles. Voilà pourquoi les pays industrialisés consacrent beaucoup d'argent et de ressources aux programmes de recherche et de développement sur la fusion.

Le Canada ne dispose toutefois pas des ressources nécessaires à la mise au point de toutes les techniques requises pour une centrale à fusion nucléaire. Cependant, grâce à un petit programme axé sur la coopération internationale, le Canada acquiert des compétences dans la conception et la fabrication de certains sous-systèmes clés d'une telle centrale. Le Canada devrait donc être en mesure de vendre des services spécialisés lorsque le processus de fusion sera commercialisé. En fait, le Canada a déjà commencé à le faire pour les réacteurs de fusion expérimentaux.

Même s'il faudra encore des décennies avant que les avantages prévus dans le secteur de l'énergie ne se concrétisent, la recherche sur la fusion a déjà rapporté de nombreux avantages industriels à court terme pour notre pays et nous continuerons



**Le Tokamak de Varennes** (Courtoisie d'EACL)

d'exploiter les possibilités industrielles qui se présenteront.

Le fondement scientifique du phénomène de fusion est bien établi. Il reste toutefois beaucoup de recherches techniques à effectuer pour en arriver à maîtriser la réaction de fusion à des fins d'applications pratiques.

### **Fusion thermonucléaire contrôlée par confinement magnétique**

Après examen de divers types de réacteurs, la collectivité scientifique mondiale a décidé d'accorder la priorité à un appareil désigné «tokamak». Dans cet appareil, le plasma - un milieu gazeux chaud et hautement ionisé constitué des combustibles de fusion - est confiné au moyen de champs magnétiques entourant une enceinte à vide en forme d'anneau. Aucun réacteur de

fusion opérationnel n'a encore été mis au point, un certain nombre de questions techniques restant encore à élucider. Il faut ainsi développer des techniques fiables pour éliminer les impuretés qui se forment dans le plasma, de manière à assurer le succès de la fusion.

#### ***Un défi : Éliminer les impuretés du plasma dans un réacteur de fusion***

Durant le confinement, certains ions du plasma sont neutralisés et vont bombarder les parois intérieures du tokamak, provoquant la libération de certains atomes contenus dans les parois. Ce phénomène peut causer deux types de problèmes. Les atomes libérés peuvent ainsi endommager les parois du tore et, plus important encore, ils peuvent provoquer une forte dégradation du plasma. Les déflecteurs du tokamak ont été conçus pour contrôler ce phénomène.

Le Tokamak de Varennes (TdeV) du Centre canadien de fusion magnétique (CCFM) est doté de déflecteurs fermés. Grâce à des fonds reçus d'Énergie atomique du Canada Limitée (EACL) dans le cadre du Programme de recherche et de développement énergétiques (PRDE), d'Hydro-Québec et de l'Institut national de la recherche scientifique, le CCFM poursuit des recherches sur le TdeV; ces recherches visent à éliminer les impuretés, comme les atomes d'hélium, qui sont produites durant la réaction de fusion, ainsi que l'oxygène, le monoxyde de carbone et le dioxyde de carbone. Les expériences récentes menées dans ce domaine sur le TdeV montrent que les déflecteurs, qui ne sont dotés que d'une pompe à basse température (cryopompe), peuvent pomper l'hélium et l'oxygène. Ces expériences se poursuivront avec d'autres cryopompes.

## Cycle du combustible

Le combustible utilisé durant la première génération des réacteurs à fusion sera constitué d'un mélange de tritium et de deutérium. Le deutérium existe en quantités pratiquement inépuisables, cet élément étant présent dans l'eau. De son côté, le tritium peut être obtenu du lithium, autre élément en abondance. Le cycle complet du combustible pour un réacteur à fusion comporte un certain nombre de sous-systèmes, entre autres la production et l'extraction du tritium, le pompage, l'alimentation en combustible et le traitement des gaz d'échappement du réacteur. Tous ces domaines comportent de nombreux défis techniques. L'un d'eux a trait à l'alimentation en combustible du réacteur.

### *Un défi : Alimenter un réacteur de fusion en direct*

Il sera important de trouver un moyen d'injecter le combustible dans la partie centrale du plasma en ignition, sans affecter la stabilité du plasma. Cependant, selon les données actuelles, la plupart des méthodes d'alimentation du tokamak ne permettront pas l'injection efficace de combustible dans le centre du plasma.

Grâce à des fonds reçus d'EACL par le biais du PRDE, d'Ontario Hydro et de la province de l'Ontario, le Programme canadien sur la technologie des combustibles thermonucléaires (PCTCT) travaille à la mise au point d'un pistolet d'alimentation de particules toroïdales compactes pour pallier cette difficulté. Selon l'hypothèse formulée, de petites particules toroïdales de plasma de haute densité, injectées à haute vitesse dans le réacteur de fusion, pénétreraient profondément dans le plasma, ce qui assurerait une alimentation efficace dans la partie centrale.

L'alimentation de particules toroïdales compactes pourrait également permettre de contrôler la densité du plasma et peut-être aussi d'en augmenter le courant. Le PCTCT, en collaboration avec le CCFM, l'Université de la Saskatchewan et l'Université California-Davis de Livermore, ont conçu et construit un pistolet d'alimentation de particules toroïdales. Les premiers essais se déroulent sur le tokamak de l'Université de la Saskatchewan. Le pistolet d'alimentation devrait aussi être installé sur le TdeV pour en évaluer le rendement.

Au cours des décennies à venir, l'importance accordée aux combustibles fossiles comme source principale d'énergie diminuera et il faudra trouver des carburants de rechange à long terme. La fusion comme source d'énergie offre un grand potentiel. L'abondance de combustibles de fusion et le faible impact environnemental de ce procédé laissent croire que la fusion constitue une source d'énergie souhaitable à long terme. La maîtrise de ce processus représente toutefois un défi scientifique et technique difficile.

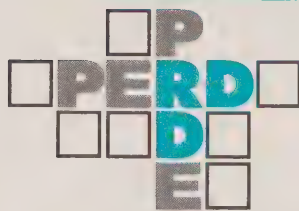
Le succès ne pourra être atteint que par la mise en commun des ressources et des compétences scientifiques internationales. Le programme canadien est déjà axé sur la coopération internationale. Ainsi, nos scientifiques et ingénieurs contribuent de façon significative à la mise au point de la fusion nucléaire à l'échelle mondiale et notre industrie vend, avec succès, des biens et des services destinés à des programmes de développement de la fusion nucléaire dans d'autres pays.

Pour de plus amples renseignements sur les projets réalisés dans le cadre du champ d'activité n° 3, s'adresser au :

Bureau de recherche et de développement énergétiques  
Énergie, Mines et Ressources Canada  
580, rue Booth  
Ottawa (Ontario)  
K1A 0E4

Téléphone : (613) 995-0478  
Télécopieur : (613) 995-6146





## CHAMP D'ACTIVITÉ N° 4 : ÉNERGIES RENOUVELABLES

**L**es ressources énergétiques renouvelables - dérivées du soleil, du vent, de l'eau ou du sol - sont sans danger pour l'environnement lorsqu'elles sont exploitées adéquatement. Ces ressources sont par ailleurs pratiquement inépuisables et elles offrent la possibilité de compléter, d'une manière durable, nos ressources énergétiques actuelles.

L'énergie renouvelable existe en abondance dans la nature, mais sa densité d'énergie est faible. Le champ d'activité n° 4 a pour but de mettre au point des techniques pour extraire, exploiter et concentrer les vastes ressources dérivées du soleil, du vent, de la biomasse et des petites centrales hydro-électriques.

### Bioénergie

Les projets de recherche et de développement sur la bioénergie sont aussi variés que le sont les sources de biomasse au Canada. «Biomasse» fait référence à l'ensemble des substances d'origine végétale et animale, y compris les déchets. Ce domaine comporte de nombreux défis. Nous décrivons ici deux de ces défis :

**Un défi :** *Accroître la productivité de la biomasse forestière exploitée à des fins énergétiques, sans exercer de stress additionnel sur l'environnement*

Tout comme les agriculteurs doivent s'occuper de leurs champs de céréales, de même les agents forestiers et les propriétaires de boisés devront entretenir leurs champs d'arbres plantés et cultivés expressément à des fins énergétiques. Forêts Canada, par le biais du Programme de recherche et de développement énergétiques (PRDE), poursuit



actuellement des travaux de sélection et des essais visant à déterminer les meilleurs espèces, hybrides et clones de saules à croissance rapide. D'autres projets de recherche et essais sur le terrain portent sur des engrais biologiques, comme les organismes fixateurs d'azote, lesquels peuvent accroître la productivité des plantations sans nuire à l'environnement.

**Autre défi :** *Convertir les déchets de bois et autres substances à base de cellulose, lesquels sont habituellement destinés aux sites d'enfouissement, en des combustibles utilisables*

La pyrolyse est un procédé par lequel des substances complexes comme les fibres de bois sont décomposées sous l'effet de la chaleur en des substances plus simples et plus faciles à traiter. De concert avec l'industrie, Énergie, Mines et Ressources Canada (EMR) appuie des programmes de R-D sur la pyrolyse rapide de la biomasse visant à produire des combustibles pouvant alimenter les chaudières pour la production d'électricité. Non seulement cette technique est-elle fondée sur l'utilisation de «déchets», mais

elle n'entraîne également qu'une production minime de charbon et de gaz.

D'autres recherches dans ce domaine portent sur la combustion, la conversion en alcools pour utilisation dans le secteur du transport, ainsi que sur les techniques de collecte et de récolte, notamment celles utilisées pour recueillir les résidus forestiers et les résidus de coupe.

### Photovoltaïque

Il est possible de convertir directement la lumière en électricité au moyen d'un dispositif à semi-conducteurs.

**Un défi :** *Réduire les coûts prohibitifs du transport du carburant et de l'entretien des générateurs diesels dans le Grand Nord*

Le laboratoire d'EMR à Varennes (Québec) encourage les concepteurs de systèmes photovoltaïques à exploiter la lumière du jour durant les longues journées d'été dans le Grand Nord pour compléter les sources d'électricité actuelles. Le Canada est présentement à mettre au point des systèmes photovoltaïques autonomes et des



systèmes hybrides générateur diesel/cellules photovoltaïques pour alimenter en électricité des maisons individuelles, de petits villages ou des postes éloignés de surveillance scientifiques. Au nombre des avantages de tels systèmes, mentionnons la possibilité d'y ajouter des modules complémentaires, facilement disponibles, et le fait que cette technique soit sans danger pour la fragile écologie du Nord.

## Vent

Au fil des siècles, l'énergie éolienne a été exploitée pour pomper l'eau, propulser des navires, moudre le grain et, plus récemment, produire de l'électricité.

Le Canada a la chance de posséder deux sites importants qui poursuivent des essais sur les systèmes de conversion de l'énergie éolienne. Le Terrain d'essais éoliens de l'Atlantique, à l'Île-du-Prince-Édouard, se spécialise dans les turbines produisant de l'électricité, y compris celles couplées à des générateurs diesel. Dans le sud de l'Alberta, des pompes à eau alimentées à l'énergie éolienne sont mises à l'essai.

**Un défi :** *Mettre au point des éoliennes fiables, sécuritaires et efficaces et les situer à des endroits appropriés*

La quantité d'énergie produite par une éolienne est proportionnelle à la vitesse du vent - plus le vent est fort, plus le potentiel énergétique est élevé. Avec l'aide du PRDE, le Service de l'environnement atmosphérique d'Environnement Canada poursuit des recherches visant à acquérir des connaissances plus approfondies sur la vitesse du vent dans l'ensemble du pays. Les travaux ont pour but notamment d'étudier les hausses significatives de la vitesse du vent qui sont attribuables à des facteurs géographiques locaux, comme les collines et les crêtes. Ces connaissances permettront ensuite aux concepteurs d'éoliennes de déterminer les endroits qui offrent le plus grand potentiel dans ce domaine.

## Énergie solaire «active»

Bon nombre d'entre vous avez sans doute déjà observé des capteurs solaires utilisés pour chauffer une piscine extérieure. Ce principe, qui consiste à transformer les rayonnements du soleil en énergie

thermique, peut aussi être appliqué au chauffe-eau d'usage domestique. Ces systèmes ont toutefois l'inconvénient d'être coûteux.

**Un défi :** *Réduire les coûts des capteurs solaires et rendre le prix des chauffe-eau domestiques plus abordable pour les propriétaires canadiens*

EMR, par l'entremise du PRDE, finance des projets dans ce domaine en Nouvelle-Écosse. En améliorant les matériaux absorbants des capteurs solaires, il sera possible de capter davantage de chaleur du soleil. Cependant, afin de réduire les coûts de production, il faudra, par la recherche et le développement, trouver des procédés plus efficaces pour recouvrir les capteurs de ces matériaux absorbants plus performants.

## Énergie solaire passive

Il est possible d'accroître l'efficacité des sources naturelles de lumière et de chaleur en tenant compte, au moment de la conception d'une maison, du captage, de la distribution et de l'entreposage de l'énergie solaire.

Comme les pertes de chaleur par les fenêtres des bâtiments traditionnels sont importantes, le Canada a concentré beaucoup d'efforts de R-D au cours des dernières années à la mise au point de fenêtres à haut rendement énergétique. Ces fenêtres maximisent la quantité de rayonnements solaires qui pénètrent à l'intérieur d'un bâtiment, tout en réduisant au minimum les pertes de chaleur. Depuis leur introduction sur le marché, ces fenêtres jouissent d'une popularité de plus en plus grande.

**Un défi :** *Contrôler la quantité d'énergie solaire qui entre par les fenêtres, tout en réduisant au minimum les pertes de chaleur*

Grâce à des fonds alloués dans le cadre du PRDE, EMR poursuit également des recherches visant à mettre au point des fenêtres dotées d'un mécanisme électrique intégré d'«ombrage». C'est ce qu'on appelle des fenêtres «électrochromiques».

Imaginons un gradateur qui contrôlerait la quantité de chaleur et de lumière que laisserait passer la fenêtre. Ce gradateur activerait les propriétés électrochromiques de la vitre pour éviter un chauffage

excessif, réduire les frais de climatisation en été ou tout simplement pour atténuer la lumière directe et les éblouissements. Ou encore, les fenêtres resteraient complètement transparentes, pour laisser passer toute l'énergie solaire requise.

## Petites centrales hydro-électriques

**Un défi :** *Réduire les coûts de cette industrie sans danger pour l'environnement (capacité inférieure à 20 mégawatts) et en accroître la viabilité économique*

Les coûts des études hydrologiques spécifiques au site sont souvent élevés, par comparaison au coût total de développement des petits projets hydro-électriques. Pour résoudre ce problème, Environnement Canada, avec l'aide du PRDE, est à mettre au point des modèles et des méthodes informatisés faciles d'utilisation pour estimer le débit d'eau pouvant être exploité à des fins de production d'électricité.

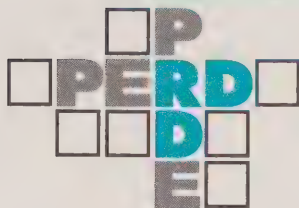
Il n'y a pas de géant dans le secteur des énergies renouvelables au Canada. L'industrie est fragile et fragmentée et elle a besoin d'aide dans ses secteurs les plus fondamentaux. Les sources d'énergie renouvelable sont toutefois très dispersées et elles pourraient contribuer de façon significative à la prospérité régionale et à la création d'emplois. Il s'agit de techniques modulaires qui peuvent être installées relativement rapidement.

Pour de plus amples renseignements sur les projets réalisés dans le cadre du champ d'activité n° 4, s'adresser au :

Bureau de recherche et de développement énergétiques  
Énergie, Mines et Ressources Canada  
580, rue Booth  
Ottawa (Ontario)  
K1A 0E4

Téléphone : (613) 995-0478  
Télécopieur : (613) 995-6146





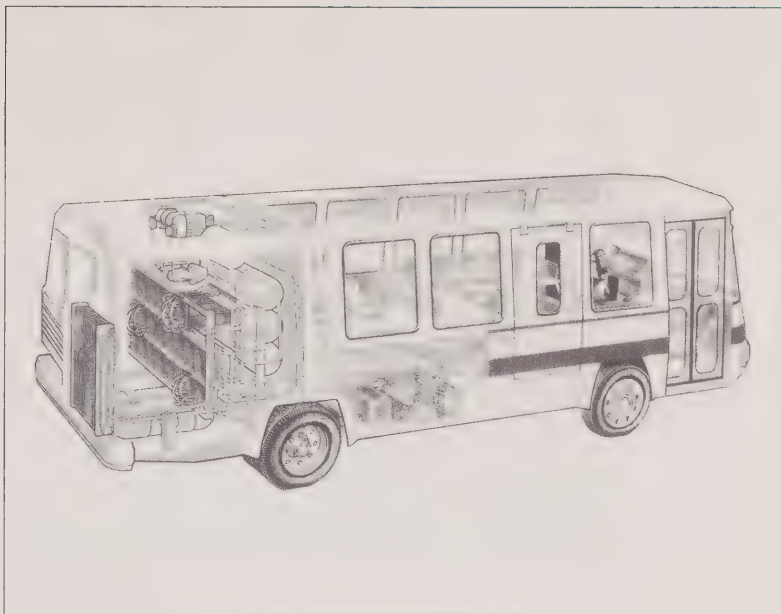
## TASK 5 : ALTERNATIVE TRANSPORTATION FUELS

**T**he transportation sector relies on hydrocarbons for its fuels, four-fifths of which are consumed by the road fleet. This fleet runs almost entirely on gasoline and diesel derived from our

declining, conventional, light crude oil supplies. Moreover, the emissions from these fuels contribute to both urban and global atmospheric pollution. The Program on Energy Research and Development (PERD) supports the development of economic alternative fuels to lower our dependence on conventional petroleum and reduce pollution. PERD concentrates on technologies for the smooth and safe transitions for both feedstocks and fuels.

This research targets upgrading and conversion as well as the recovery of heavy oil and bitumen (the 'oil' in oil sands). As for end-use, the work embraces reformulated gasoline and well-known alternative fuels such as methanol, ethanol, natural gas and, for the longer term, more exotic forms such as fuel cells ('batteries' rechargeable with chemicals) and hydrogen.

The research aims strongly at environmental concerns. Attention must be paid to emissions from bitumen and heavy oil production, and from upgrading and conversion. Our fleet's exhaust gases include nitrogen oxides (NO<sub>x</sub>), volatile organic



**The Cordless Trolley, a fuel cell electric transit bus**  
(Courtesy of Ballard Power Systems Inc.)

compounds, carbon monoxide (CO) and carbon dioxide (CO<sub>2</sub>). These must be reduced.

### Bitumen and Heavy Oil Production

Light crude oil comes mostly from the Western Sedimentary Basin, where reserves are dwindling. But we can extend our domestic supply by using heavy oil and oil sands. Canada has these resources in huge quantities, but their geology dictates that only a fraction of the total can be produced economically today.

**One challenge:** *To increase the oil production of heavy oil fields.*

Crude oil is typically produced from vertical wells. However, these are less efficient when the geological

reservoirs are thin, are too susceptible to water production (in the case of oil reservoirs underlain by bottom water), or have low oil mobility. The Canada Centre for Mineral and Energy Technology (CANMET), with financial support from PERD, is assisting the oil industry to develop horizontal well technology with a better understanding of the application of this technology to particular Canadian oil reservoirs and recovery schemes, and by improving well completion and production techniques. Oil companies are already benefiting from this research. The Tangleflags North heavy oil field in Saskatchewan is a good example. Its cumulative, vertical-well production of 150 thousand barrels was extended to 1,300 thousand barrels using horizontal wells.

## Feedstocks for Refineries

Bitumen, produced from oil sands, and heavy oil must be upgraded before use as feedstock by refineries. As about 70 per cent of the current heavy oil and bitumen production is exported, the value added to upgrading in Canada would provide considerable economic benefits. Current commercial upgrading technologies are capital and energy intensive, and they have some impact on the environment (CO<sub>2</sub> emissions and solid waste streams).

**One challenge:** *To develop more efficient upgrading technologies.*

Often, heavy oils are produced by recovery techniques such as steam injection, which produces an oil/water emulsion not acceptable for pipelining unless the water is removed, a difficult and costly undertaking. CANMET, through PERD, is developing an emulsion upgrading process, which accepts heavy oil/water emulsions and gives a product that meets pipeline specifications. Other advantages of this process include valuable hydrogen as a by-product and the reduced emission of solid wastes. This promising work is done in collaboration with industrial partners.

## Approximations to Gasoline or Diesel

Over nearly a century, we have built our huge ground transportation fleet and fuelling infrastructure around gasoline and diesel fuel. Even while our feedstocks change and we move to a sustainable environment, it is to our advantage to maintain this investment by introducing new fuels that have some compatibility with the existing fuel distribution infrastructure. Ethanol and methanol are two such fuels.

**One Challenge:** *To develop an ethanol-powered transit bus.*

Ethanol has been used as an extender or substitute for gasoline in engines, but has not been used commercially on the road as a substitute for diesel. Experiments have shown that ethanol emits less CO and NO<sub>x</sub> than either gasoline or diesel. It does, however, emit more aldehydes, but experiments have shown that they can be controlled by using catalytic converters similar to those used in cars. All vehicles emit some unburned fuel. Unburned ethanol is less hazardous than unburned gasoline. The first two ethanol-powered buses in North America were in service two years ago on an experimental basis. Their in-service performance is being studied by Regina Transit with the support of Motor Coach Industries, Detroit Diesel of Canada Ltd., Mohawk Oil and PERD through Energy, Mines and Resources. Results to date have shown excellent performance in comparison to diesel. Ethanol can be produced from grain or biomass. The fuel being used in the trial is from Saskatchewan grain.

## Novel Fuels

In the long term, environmental sustainability, clean urban air and the uncertainties of high quality feedstock for the production of liquid fuels indicate that we must examine novel options for powering transportation systems. The most promising alternatives are hydrogen and electricity, which can be produced from virtually all alternative energy sources.

**One Challenge:** *To develop a hydrogen-powered fuel cell system for urban buses.*

Hydrogen can be stored on board a vehicle and used in fuel cells to produce electricity. Ballard Power Systems of Vancouver has developed a powerful solid polymer fuel cell. A stack of 24 of these fuel cells will be used to power a Vancouver transit bus, thus replacing its diesel engine. This is one of the first field trials of such a system in the world. It is expected that the energy efficiency of the bus will be substantially increased, producing no harmful emissions. The waste product of this fuel cell is just water, although there can be emissions in the production of the hydrogen. The project is supported by Ballard, Vancouver Transit, the BC Ministry of Energy, Mines and Petroleum Resources, the BC Ministry of Advanced Education, Training and Technology and PERD through Energy, Mines and Resources.

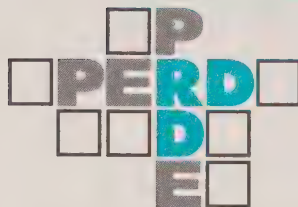
By meeting these challenges, PERD helps ensure that Canada's future transportation fuels will come from Canadian sources and ease the burden on the Canadian environment.

Detailed information on any project carried out under Task 5 is available from:

Office of Energy Research and Development  
Energy, Mines and Resources Canada  
580 Booth Street  
Ottawa, Ontario  
K1A 0E4

Phone: (613) 995-0478  
Fax: (613) 995-6146





## CHAMP D'ACTIVITÉ N° 6 : LE PÉTROLE ET LE GAZ

**L**a plupart des produits pétroliers au Canada sont obtenus du raffinage du pétrole brut léger à faible teneur en soufre. Bien que ce type de pétrole soit produit en grandes quantités en Alberta, le Canada doit aussi importer une importante quantité de brut pour satisfaire à la demande intérieure de produits pétroliers. Il est en outre probable que nos importations augmenteront puisque notre production de pétrole classique est en baisse.

On s'attend à ce que la production des principaux fournisseurs actuels du Canada diminue, tandis que la demande mondiale de brut léger augmentera. Le Canada se verra donc forcé de faire concurrence à d'autres pays pour l'obtention de stocks limités.

Nos régions pionnières regorgent toutefois de vastes réserves de brut léger. Ces régions sont situées dans la mer de Beaufort et aux larges de la Côte Est du Canada. Une production modeste a déjà commencé aux larges des côtes de la Nouvelle-Écosse.

Ces ressources des régions pionnières valent des centaines de milliards de dollars, même au prix peu élevé actuel du pétrole. En produisant du pétrole pour notre propre usage ou à des fins d'exportation, nous pouvons transformer ces ressources en investissements, en activités industrielles, en emplois et en source de développement régional. Voilà une perspective certes préférable à l'achat de brut d'autres pays, dépense qui a un effet sur notre balance commerciale.

### Marché

Cependant, les ressources de nos régions pionnières ne seront exploitées que



lorsqu'il sera rentable de le faire. Le défi pour les producteurs est de réduire les coûts de production de manière à pouvoir atteindre les prix mondiaux, tout en protégeant et en préservant l'environnement. Les projets de recherche et de développement aideront l'industrie à relever ce défi.

Pendant nombre d'années, le gouvernement du Canada a investi dans la gestion des régions pionnières. Il a une responsabilité dans le domaine de la réglementation et il se doit de fournir des services essentiels, notamment en ce qui concerne les prévisions météorologiques et les prévisions sur le mouvement des glaces, ainsi que l'établissement de cartes hydrographiques des voies maritimes. Le champ d'activité n° 6 a pour but de faire en sorte que le gouvernement et l'industrie acquièrent les connaissances techniques nécessaires pour réglementer et exploiter les ressources en hydrocarbures des régions pionnières du Canada. Voici les principaux ministères qui participent à ce projet : Environnement Canada, Pêches et Océans Canada, Transports Canada et Énergie, Mines et

Ressources. Les défis techniques qui suivent illustrent la portée des activités dans ce domaine.

### Opérations pétrolières et gazières en milieu marin rigoureux

Les systèmes d'exploration et de production en mer doivent être conçus de manière à pouvoir résister aux forces énormes exercées par le milieu marin, notamment le vent, les vagues et la glace. Pour assurer la sécurité, réduire les coûts au minimum et protéger l'environnement, les ingénieurs doivent être en mesure de comprendre et de prévoir les conditions marines, ainsi que les charges qui s'exerceront sur les plates-formes et les navires.

*Un défi : Comprendre et prévoir les forces environnementales, ainsi que le comportement des structures et des matériaux dans les régions pionnières*

Les conditions de glace épaisse dans la mer de Beaufort et le long des Grands Bancs de Terre-Neuve rendent les

opérations dangereuses. La glace impose également des restrictions relativement à la conception des plates-formes de forage en mer. Les caractéristiques de la glace, de même que l'interaction entre la glace et les structures, sont des domaines de recherche dans lesquels Environnement Canada et Pêches et Océans Canada, par le biais du Programme de recherche et de développement énergétiques (PRDE), tiennent un rôle de premier plan. Leurs travaux visent à réduire les obstacles à l'exploitation énergétique. Parmi les autres domaines de recherche, mentionnons : l'étude des vagues, de leur charge de choc et de leur charge de fatigue sur les structures en mer; l'amélioration des modèles de vagues provoquées par le vent et les méthodes pour estimer la fréquence des conditions environnementales extrêmes. Les connaissances ainsi acquises permettront aux ingénieurs de concevoir, de construire et d'exploiter des plates-formes en mer, d'une manière sécuritaire et rentable.

## Interaction pipeline/pergélisol

L'environnement dans le nord du Canada, où seront situés les nouveaux gazoducs et oléoducs, est très sensible. Sous la surface de ce vaste territoire se trouve un pergélisol (sol gelé en permanence) fragile. Or, les ingénieurs craignent que le pergélisol dégèle durant la construction des pipelines ou encore sous l'effet de la chaleur se dégageant des pipelines eux-mêmes, ce qui pourrait provoquer des mouvements de sol susceptibles d'endommager les pipelines.

**Un défi :** Assurer la sécurité et l'acceptabilité, au plan environnemental, des pipelines dans le pergélisol

Grâce à des fonds du PRDE, la Commission géologique du Canada étudie le comportement d'un pipeline enfoui dans des sols qui gèlent et dégèlent, l'objectif étant d'en arriver à mieux comprendre les phénomènes fondamentaux qui interviennent dans le soulèvement ou les mouvements du sol sous l'effet du gel. Un autre objectif est de déterminer l'ampleur et la répartition des forces de soulèvement par le gel au fil des ans et d'étudier comment ces forces agissent sur les pipelines.

Parmi les autres projets s'inscrivant dans le cadre du PRDE, citons :

- une étude sur la performance de l'oléoduc Norman Wells dans la vallée supérieure du Mackenzie, et
- un important programme de forage et d'essai visant à étudier le pergélisol et les conditions géotechniques des sédiments dans la région du delta du Mackenzie.

## Géotechnique en mer - Stabilité du fond océanique

L'instabilité du fond océanique crée des difficultés pour les ingénieurs qui doivent concevoir les structures qui seront aménagées en mer, dans les régions où des ressources pétrolières ont été découvertes. La construction des structures en mer demeure très conservatrice et une meilleure compréhension des facteurs influant sur la stabilité du plancher océanique aboutira à des pratiques de conception plus sécuritaires et plus rentables.

**Un défi :** Déterminer et comprendre les instabilités du plancher océanique et du sous-sol, car elles influent sur la conception des structures en mer

Les recherches visent essentiellement à réduire les coûts et les incertitudes liées à la stabilité du plancher océanique durant l'exploration et la production. Des études ont ainsi été entreprises dans le cadre du PRDE sur les instabilités potentielles du plancher océanique et du sous-sol. Des travaux de coopération avec l'industrie, incluant des relevés conjoints et l'accès à des données et de l'équipement, ont aussi été effectués sur les plateaux continentaux au large des côtes de Terre-Neuve et de la Nouvelle-Écosse.

## Bassin sédimentaire de l'Ouest canadien

Bon nombre croient que la majeure partie du gaz et du pétrole dans le bassin sédimentaire de l'Ouest canadien a été découverte. Cependant, les estimations laissent croire que de nombreux gisements petits et moyens renferment une quantité significative de gaz et de pétrole encore à découvrir. Ce sont là des

cibles d'exploration pour les petites entreprises qui peuvent profiter des faibles coûts d'exploration, ainsi que des pipelines et des infrastructures de traitement déjà en place.

**Un défi :** Enrichir constamment nos connaissances pour stimuler l'exploration des petits et moyens gisements de pétrole et de gaz naturel et fournir les données géologiques et géochimiques ainsi que l'information sur les gisements nécessaires à une meilleure récupération du pétrole classique

Cet objectif vient appuyer la poursuite des travaux de recherche sur le bassin sédimentaire de l'Ouest canadien, dans les principaux domaines financés par le PRDE. Les recherches visent notamment à étudier les sources de pétrole selon les techniques de géochimie organique et d'équilibrage statique et selon les antécédents thermiques et l'historique d'enfouissement; elles ont également pour but d'effectuer des études sur les gisements, entre autres sur l'identification des fluides et les interactions fluides-roches.

Le gouvernement du Canada a la responsabilité de voir à l'élaboration de normes et de règlements et à la prestation des services essentiels. Le PRDE fournit les connaissances techniques pour que nos ressources pétrolières et gazières puissent être exploitées d'une manière à la fois rentable et respectueuse de l'environnement.

Pour de plus amples renseignements sur les projets réalisés dans le cadre du champ d'activité n° 6, s'adresser au :

Bureau de recherche et de développement énergétiques  
Énergie, Mines et Ressources Canada  
580, rue Booth  
Ottawa (Ontario)  
K1A 0E4

Téléphone : (613) 995-0478  
Télécopieur : (613) 995-6146



## Mission

**L**e Programme de recherche et de développement énergétiques établit, en matière de science et technologie, une base pour soutenir un marché de l'énergie diversifié et durable sur les plans économique et environnemental.

Pour obtenir de plus amples renseignements sur le PRDE, s'adresser aux conseillers du :

Bureau de recherche et de développement énergétiques,  
Énergie, Mines et Ressources  
Canada  
580, rue Booth  
Ottawa (Ontario)  
K1A 0E4

Téléphone : (613) 995-0478  
Télécopieur : (613) 995-6146



opérations dangereuses. La glace impose également des restrictions relativement à la conception des plates-formes de forage en mer. Les caractéristiques de la glace, de même que l'interaction entre la glace et les structures, sont des domaines de recherche dans lesquels Environnement Canada et Pêches et Océans Canada, par le biais du Programme de recherche et de développement énergétiques (PRDE), tiennent un rôle de premier plan. Leurs travaux visent à réduire les obstacles à l'exploitation énergétique. Parmi les autres domaines de recherche, mentionnons : l'étude des vagues, de leur charge de choc et de leur charge de fatigue sur les structures en mer; l'amélioration des modèles de vagues provoquées par le vent et les méthodes pour estimer la fréquence des conditions environnementales extrêmes. Les connaissances ainsi acquises permettront aux ingénieurs de concevoir, de construire et d'exploiter des plates-formes en mer, d'une manière sécuritaire et rentable.

## Interaction pipeline/pergélisol

L'environnement dans le nord du Canada, où seront situés les nouveaux gazoducs et oléoducs, est très sensible. Sous la surface de ce vaste territoire se trouve un pergélisol (sol gelé en permanence) fragile. Or, les ingénieurs craignent que le pergélisol dégèle durant la construction des pipelines ou encore sous l'effet de la chaleur se dégageant des pipelines eux-mêmes, ce qui pourrait provoquer des mouvements de sol susceptibles d'endommager les pipelines.

**Un défi :** Assurer la sécurité et l'acceptabilité, au plan environnemental, des pipelines dans le pergélisol

Grâce à des fonds du PRDE, la Commission géologique du Canada étudie le comportement d'un pipeline enfoui dans des sols qui gèlent et dégèlent, l'objectif étant d'en arriver à mieux comprendre les phénomènes fondamentaux qui interviennent dans le soulèvement ou les mouvements du sol sous l'effet du gel. Un autre objectif est de déterminer l'ampleur et la répartition des forces de soulèvement par le gel au fil des ans et d'étudier comment ces forces agissent sur les pipelines.

Parmi les autres projets s'inscrivant dans le cadre du PRDE, citons :

- une étude sur la performance de l'oléoduc Norman Wells dans la vallée supérieure du Mackenzie, et
- un important programme de forage et d'essai visant à étudier le pergélisol et les conditions géotechniques des sédiments dans la région du delta du Mackenzie.

## Géotechnique en mer - Stabilité du océanique

L'instabilité du fond océanique, les difficultés pour les ingénieurs concevoir les structures qui aménagées en mer, dans les ressources pétrolières ou découvertes. La construction en mer demeure très complexe. Une meilleure compréhension de l'influent sur la stabilité du p océanique aboutira à des p conception plus sécuritaires rentables.

**Un défi :** Déterminer et caractériser les instabilités du plancher océanique sous-sol, car elles influent sur la conception des structures en

Les recherches visent à réduire les coûts et les incertitudes de la stabilité du plancher océanique pour l'exploration et la production. Ces travaux ont ainsi été entrepris par le PRDE sur les instabilités du plancher océanique et du sol. Les travaux de coopération incluent des relevés conjoints, des données et de l'équipe ont été effectués sur les plateaux au large des côtes de Terre-Neuve et Nouvelle-Écosse.

## Bassin sédimentaire de l'Ouest canadien

Bon nombre croient que le bassin du gaz et du pétrole dans le bassin sédimentaire de l'Ouest canadien est une découverte. Cependant, les données laissent croire que de nombreux gisements petits et moyens ont été découverts. Une quantité significative de pétrole est encore à découvrir.

cibles d'exploration pour les petites entreprises qui peuvent profiter des faibles coûts d'exploration, ainsi que des pipelines et des infrastructures de traitement déjà en place.

**Un défi :** Enrichir constamment nos connaissances pour stimuler l'exploration des petits et moyens gisements de pétrole et de gaz naturel et fournir les données

## What is PERD?

The federal Program of Energy Research and Development, PERD for short, exists for one important reason: to create opportunities for producing and using Canada's energy resources in the best interests of our economy and environment. It directly supports approximately one-eleventh of all Canadian energy R&D, and is concerned with all aspects of energy supply and use, with the exception of nuclear fission. PERD operates through 13 participating science and technology departments/agencies:

- Agriculture and Agri-Food Canada
- Atomic Energy of Canada Limited
- Canada Mortgage & Housing Corporation
- Environment Canada
- Fisheries and Oceans
- Health Canada
- Indian & Northern Affairs
- National Defence
- National Energy Board
- National Research Council
- Natural Resources Canada
- Public Works and Government Services Canada
- Transport Canada

## What kind of R&D does PERD support?

PERD supports energy R&D projects that stand to further the national interest, investing in energy projects with a high probability of advancing Canada's:

- economic growth and job creation
- environmental protection



- regional development
- energy diversity
- health and safety

## Who is eligible?

PERD funds a variety of energy R&D with the:

- private sector (companies, consortia and alliances, individuals)
- universities
- provincial governments and research organizations

Funding is provided through the participating federal R&D departments and agencies. Preference is given to alliances and consortia of the above.

## How can PERD help?

If you:

- need information on energy R&D
- require scientific advice on technological problems
- desire to participate in existing projects
- want to know more on PERD support for proposed R&D projects
- need information on energy R&D policies and priorities

contact the Office of Energy Research and Development (OERD) in the Department of Natural Resources. If necessary, OERD will put you in touch with the appropriate expert in the federal government.

PERD is organized into several tasks, according to the various energy R&D fields. When contacting OERD, use the following guide to match your request to the appropriate task.

# Mission

**L**e Programme de recherche et de développement énergétiques établit, en matière de science et technologie, une base pour soutenir un marché de l'énergie diversifié et durable sur les plans économique et environnemental.

Pour obtenir de plus amples renseignements sur le PRDE, s'adresser aux conseillers du :

Bureau de recherche et de développement énergétiques,  
Énergie, Mines et Ressources  
Canada  
580, rue Booth  
Ottawa (Ontario)  
K1A 0E4

Téléphone : (613) 995-0478  
Télécopieur : (613) 995-6146

opérations dangereuses. La glace impose également des restrictions relativement à la conception des plates-formes de forage en mer. Les caractéristiques de la glace, de même que l'interaction entre la glace et les structures, sont des domaines de recherche dans lesquels Environnement Canada et Pêches et Océans Canada, par le biais du Programme de recherche et de développement énergétiques (PRDE), tiennent un rôle de premier plan. Leurs travaux visent à réduire les obstacles à l'exploitation énergétique. Parmi les autres domaines de recherche, mentionnons : l'étude des vagues, de leur charge de choc et de leur charge de fatigue sur les structures en mer; l'amélioration des modèles de vagues provoquées par le vent et les méthodes pour estimer la fréquence des conditions environnementales extrêmes. Les connaissances ainsi acquises permettront aux ingénieurs de concevoir, de construire et d'exploiter des plates-formes en mer, d'une manière sécuritaire et rentable.

## Interaction pipeline/pergélisol

L'environnement dans le nord du Canada, où seront situés les nouveaux gazoducs et oléoducs, est très sensible. Sous la surface de ce vaste territoire se trouve un pergélisol (sol gelé en permanence) fragile. Or, les ingénieurs craignent que le pergélisol dégèle durant la construction des pipelines ou encore sous l'effet de la chaleur se dégageant des pipelines eux-mêmes, ce qui pourrait provoquer des mouvements de sol susceptibles d'endommager les pipelines.

**Un défi :** Assurer la sécurité et l'acceptabilité, au plan environnemental, des pipelines dans le pergélisol

Grâce à des fonds du PRDE, la Commission géologique du Canada étudie le comportement d'un pipeline enfoui dans des sols qui gèlent et dégèlent, l'objectif étant d'en arriver à mieux comprendre les phénomènes fondamentaux qui interviennent dans le soulèvement ou les mouvements du sol sous l'effet du gel. Un autre objectif est de déterminer l'ampleur et la répartition des forces de soulèvement par le gel au fil des ans et d'étudier comment ces forces agissent sur les pipelines.

Parmi les autres projets s'inscrivant dans le cadre du PRDE, citons :

- une étude sur la performance de l'oléoduc Norman Wells dans la vallée supérieure du Mackenzie, et
- un important programme de forage et d'essai visant à étudier les conditions géotechniques des sédiments dans la région du Mackenzie.

## Géotechnique en mer - Stabilité du plancher océanique

L'instabilité du fond océan constitue une difficulté pour les ingénieurs concevoir les structures qui seront aménagées en mer, dans la région des ressources pétrolières découvertes. La construction en mer demeure très complexe et une meilleure compréhension de l'influence de l'instabilité du plancher océanique aboutira à des conceptions plus sécuritaires et rentables.

**Un défi :** Déterminer et caractériser les instabilités du plancher océanique et du sous-sol, car elles influent sur la conception des structures

Les recherches visent à réduire les coûts et les incertitudes de la stabilité du plancher océanique et la production de données et de l'équipement ont ainsi été entreprises d'urgence par le PRDE sur les instabilités du plancher océanique et du sous-sol. Les travaux de coopération incluent des relevés conjoints de données et de l'équipement effectués sur les plates-formes au large des côtes de Terre-Neuve et de l'Écosse.

## Bassin sédimentaire de l'Ouest canadien

Bon nombre croient que le gaz et le pétrole dans le bassin sédimentaire de l'Ouest canadien ont été découverts. Cependant, les données laissent croire que de nombreux gisements petits et moyens restent à découvrir. Une quantité significative de pétrole est encore à découvrir

cibles d'exploration pour les petites entreprises qui peuvent profiter des faibles coûts d'exploration, ainsi que des pipelines et des infrastructures de traitement déjà en place.

**Un défi :** Enrichir constamment nos connaissances pour stimuler l'exploration

### Task 1: Energy Efficiency

- Residential and commercial buildings
- Waste recovery and utilization
- Heat management
- Industrial processes
- Primary agricultural production
- Fisheries
- Urban transportation systems
- Diesel efficiency
- Industrial combustion

Tel: (613) 943-1169

Fax: (613) 995-6146

### Task 2: Coal

- Resources evaluation and characterization
- Mining
- Preparation
- Coal utilization
- Environmental aspects

Tel: (613) 992-3738

Fax: (613) 995-6146

### Task 3: Fusion

- Canadian Fusion Fuels Technology Project
- Centre canadien de fusion magnétique
- International Thermonuclear Experimental Reactor

Tel: (613) 995-5782

Fax: (613) 995-6146

### Task 4: Renewable Energy

- Wind
- Small hydro
- Biomass production, handling, combustion and conversion
- Active and passive solar

■ Photovoltaics

■ Generic environment

Tel: (613) 995-2670

Fax: (613) 995-6146

### Task 5: Alternative Transportation Fuels

- Heavy oil and oil sands: recovery and upgrading, materials for production and upgrading
- Reformulated fuels
- Liquid fuels from natural gas
- Propane, natural gas and alcohols



# Mission

**L**e Programme de recherche et de développement énergétiques établit, en matière de science et technologie, une base pour soutenir un marché de l'énergie diversifié et durable sur les plans économique et environnemental.

- Fuel cells, batteries, electric vehicles

- Hydrogen

- Environmental concerns

**Tel: (613) 995-0968**

**Fax: (613) 995-6146**

## **Task 6: Oil, Gas, Electricity**

- Reservoir evaluation

- Onshore and offshore geotechnics

- Ice \ structure interaction

- Offshore safety and evacuation technology

- Environmental forecasting, design and impacts

(including impacts of large scale hydroelectric developments)

- Pipeline engineering

- Navigation support and hydrography

- Arctic shipping

**Tel: (613) 995-5299**

**Fax: (613) 995-6146**

## **Task 7: Administration and Planning**

- Energy R&D policies

- International activities

- Energy R&D expenditures

- PERD impacts and successes

**Tel: (613) 995-1525**

**Fax: (613) 995-6146**

Pour obtenir de plus amples renseignements sur le PRDE, s'adresser aux conseillers du :

Bureau de recherche et de développement énergétiques,  
Énergie, Mines et Ressources  
Canada  
580, rue Booth  
Ottawa (Ontario)  
K1A 0E4

Téléphone : (613) 995-0478  
Télécopieur : (613) 995-6146

opérations dangereuses. La glace impose également des restrictions relativement à la conception des plates-formes de forage en mer. Les caractéristiques de la glace, de même que l'interaction entre la glace et les structures, sont des domaines de recherche dans lesquels Environnement Canada et Pêches et Océans Canada, par le biais du Programme de recherche et de développement énergétiques (PRDE), tiennent un rôle de premier plan. Leurs travaux visent à réduire les obstacles à l'exploitation énergétique. Parmi les autres domaines de recherche, mentionnons : l'étude des vagues, de leur charge de choc et de leur charge de fatigue sur les structures en mer; l'amélioration des modèles de vagues provoquées par le vent et les méthodes pour estimer la fréquence des conditions environnementales extrêmes. Les connaissances ainsi acquises permettront aux ingénieurs de concevoir, de construire et d'exploiter des plates-formes en mer, d'une manière sécuritaire et rentable.

## Interaction pipeline/pergélisol

L'environnement dans le nord du Canada, où seront situés les nouveaux gazoducs et oléoducs, est très sensible. Sous la surface de ce vaste territoire se trouve un pergélisol (sol gelé en permanence) fragile. Or, les ingénieurs craignent que le pergélisol dégèle durant la construction des pipelines ou encore sous l'effet de la chaleur se dégageant des pipelines eux-mêmes, ce qui pourrait provoquer des mouvements de sol susceptibles d'endommager les pipelines.

**Un défi :** Assurer la sécurité et l'acceptabilité, au plan environnemental, des pipelines dans le pergélisol

Grâce à des fonds du PRDE, la Commission géologique du Canada étudie le comportement d'un pipeline enfoui dans des sols qui gèlent et dégèlent, l'objectif étant d'en arriver à mieux comprendre les phénomènes fondamentaux qui interviennent dans le soulèvement ou les mouvements du sol sous l'effet du gel. Un autre objectif est de déterminer l'ampleur et la répartition des forces de soulèvement par le gel au fil des ans et d'étudier comment ces forces agissent sur les pipelines.

Parmi les autres projets s'inscrivant dans le cadre du PRDE, citons :

- une étude sur la performance de l'oléoduc Norman Wells dans la vallée supérieure du Mackenzie, et
- un important programme de forage et d'essai visant à étudier le pergélisol et les conditions géotechniques des sédiments dans la région Mackenzie.

## Géotechnique en mer - Stabilité du océanique

L'instabilité du fond océanique constitue une difficulté pour les ingénieurs concevoir les structures qui s'aménagent en mer, dans les zones des ressources pétrolières ou découvertes. La construction en mer demeure très complexe. Une meilleure compréhension de l'influent sur la stabilité du plancher océanique aboutira à des conceptions plus sécuritaires et rentables.

**Un défi :** Déterminer et caractériser les instabilités du plancher océanique sous-sol, car elles influent sur la conception des structures en

mer. Les recherches visent à réduire les coûts et les incertitudes de la stabilité du plancher océanique. L'exploration et la production ont ainsi été entreprises dans le cadre du PRDE sur les instabilités du plancher océanique et du sol. Les travaux de coopération avec l'industrie incluant des relevés conjoints des données et de l'équipement effectués sur les plateaux au large des côtes de Terre-Neuve-Écosse.

## Bassin sédimentaire de l'Ouest canadien

Bon nombre croient que la zone du gaz et du pétrole dans le bassin sédimentaire de l'Ouest canadien est découverte. Cependant, les données laissent croire que de nombreux gisements petits et moyens ainsi qu'une quantité significative de pétrole encore à découvrir

existent. L'exploration pour les petites entreprises qui peuvent profiter des faibles coûts d'exploration, ainsi que des pipelines et des infrastructures de traitement déjà en place.

**Un défi :** Enrichir constamment nos connaissances pour stimuler l'exploration des petits et moyens gisements de pétrole et

### Champ d'activité n° 1 : L'efficacité énergétique

- les bâtiments commerciaux et résidentiels
  - la récupération et la réutilisation des déchets
  - la gestion de la chaleur
  - les procédés industriels
  - la production agricole primaire
  - les pêches
  - les systèmes de transport urbain
  - l'efficacité du diesel
  - la combustion industrielle
- Tél. : (613) 943-1169  
Téléc. : (613) 995-6146

### Champ d'activité n° 2 : Le charbon

- l'évaluation et la caractérisation des ressources
  - l'exploitation minière
  - les usines de préparation
  - l'utilisation du charbon
  - les aspects environnementaux
- Tél. : (613) 992-3738  
Téléc. : (613) 995-6146

### Champ d'activité n° 3 : La fusion

- le Programme canadien sur la technologie des combustibles thermonucléaires
- le Centre canadien de fusion magnétique
- le Réacteur thermonucléaire expérimental international

Tél. : (613) 995-5782

Téléc. : (613) 995-6146

### Champ d'activité n° 4 : L'énergie renouvelable

- l'énergie éolienne
- les petites centrales hydroélectriques
- la production, manutention, combustion et valorisation de la biomasse
- l'énergie solaire active et passive
- l'énergie photovoltaïque
- l'environnement global

Tél. : (613) 995-2670

Téléc. : (613) 995-6146



# Mission

**L**e Programme de recherche et de développement énergétiques établit, en matière de science et technologie, une base pour soutenir un marché de l'énergie diversifié et durable sur les plans économique et environnemental.

## Champ d'activité n° 5 : Les carburants de remplacement

- le pétrole lourd et les sables bitumineux: la récupération et la valorisation, les matériaux pour la production et la valorisation
- les carburants reformulés
- les carburants liquides à partir du gaz naturel
- le propane, le gaz naturel et les alcools
- les piles à combustible, les batteries, les véhicules électriques
- l'hydrogène
- les préoccupations environnementales

Tél. : (613) 995-0968

Téléc. : (613) 995-6146

## Champ d'activité n° 6 : Le pétrole, le gaz naturel et l'électricité

- l'évaluation des réservoirs
- les applications géotechniques extracôtières et à terre
- l'interaction des structures et des glaces

■ la sécurité au large des côtes et la technologie d'évacuation

■ les prévisions, la conception et les incidences relatives à l'environnement (y compris les conséquences des aménagements hydro-électriques de taille)

■ le génie des pipelines

■ l'aide à la navigation et l'hydrographie

■ la navigation dans l'Arctique

Tél. : (613) 995-5299

Téléc. : (613) 995-6146

## Champ d'activité n° 7 : L'administration et la planification

■ les politiques de R-D en énergie

■ les activités internationales

■ les dépenses pour la R-D en énergie

■ les réussites et les répercussions du PRDE

Tél. : (613) 995-1525

Téléc. : (613) 995-6146

Pour obtenir de plus amples renseignements sur le PRDE, s'adresser aux conseillers du :

Bureau de recherche et de développement énergétiques,  
Énergie, Mines et Ressources  
Canada  
580, rue Booth  
Ottawa (Ontario)  
K1A 0E4

Téléphone : (613) 995-0478  
Télécopieur : (613) 995-6146

opérations dangereuses. La glace impose également des restrictions relativement à la conception des plates-formes de forage en mer. Les caractéristiques de la glace, de même que l'interaction entre la glace et les structures, sont des domaines de recherche dans lesquels Environnement Canada et Pêches et Océans Canada, par le biais du Programme de recherche et de développement énergétiques (PRDE), tiennent un rôle de premier plan. Leurs travaux visent à réduire les obstacles à l'exploitation énergétique. Parmi les autres domaines de recherche, mentionnons : l'étude des vagues, de leur charge de choc et de leur charge de fatigue sur les structures en mer; l'amélioration des modèles de vagues provoquées par le vent et les méthodes pour estimer la fréquence des conditions environnementales extrêmes. Les connaissances ainsi acquises permettront aux ingénieurs de concevoir, de construire et d'exploiter des plates-formes en mer, d'une manière sécuritaire et rentable.

## Interaction pipeline/pergélisol

L'environnement dans le nord du Canada, où seront situés les nouveaux gazoducs et oléoducs, est très sensible. Sous la surface de ce vaste territoire se trouve un pergélisol (sol gelé en permanence) fragile. Or, les ingénieurs craignent que le pergélisol dégèle durant la construction des pipelines ou encore sous l'effet de la chaleur se dégageant des pipelines eux-mêmes, ce qui pourrait provoquer des mouvements de sol susceptibles d'endommager les pipelines.

**Un défi :** Assurer la sécurité et l'acceptabilité, au plan environnemental, des pipelines dans le pergélisol

Grâce à des fonds du PRDE, la Commission géologique du Canada étudie le comportement d'un pipeline enfoui dans des sols qui gèlent et dégèlent, l'objectif étant d'en arriver à mieux comprendre les phénomènes fondamentaux qui interviennent dans le soulèvement ou les mouvements du sol sous l'effet du gel. Un autre objectif est de déterminer l'ampleur et la répartition des forces de soulèvement par le gel au fil des ans et d'étudier comment ces forces agissent sur les pipelines.

Parmi les autres projets s'inscrivant dans le cadre du PRDE, citons :

- une étude sur la performance de l'oléoduc Norman Wells dans la vallée supérieure du Mackenzie, et
- un important programme de forage et d'essai visant à étudier le pergélisol et les conditions géotechniques des sédiments dans la région du Mackenzie.

## Géotechnique en mer - Stabilité du plancher océanique

L'instabilité du fond océanique constitue une difficulté pour les ingénieurs concevoir les structures qu'ils aménagent en mer, dans les zones des ressources pétrolières et gazières. La construction en mer demeure très complexe en raison d'une meilleure compréhension de l'influence de la stabilité du plancher océanique aboutira à des conceptions plus sécuritaires et rentables.

**Un défi :** Déterminer et caractériser les instabilités du plancher océanique et du sous-sol, car elles influent sur la conception des structures en mer.

Les recherches visent à réduire les coûts et les incertitudes de la stabilité du plancher océanique pour l'exploration et la production. Des études ont ainsi été entreprises du PRDE sur les instabilités du plancher océanique et du sous-sol, en collaboration avec des travaux de coopération avec l'industrie, incluant des relevés conjoints de données et de l'équipement effectués sur les plates-formes au large des côtes de Terre-Neuve et de Nouvelle-Écosse.

## Bassin sédimentaire de l'Ouest canadien

Bon nombre croient que les réserves de gaz et de pétrole dans le bassin sédimentaire de l'Ouest canadien sont en voie de découverte. Cependant, les études laissent croire que de nombreuses quantités de gaz et de pétrole sont encore à découvrir.

Les études de ciblage d'exploration pour les petites entreprises qui peuvent profiter des faibles coûts d'exploration, ainsi que des pipelines et des infrastructures de traitement déjà en place.

**Un défi :** Enrichir constamment nos connaissances pour stimuler l'exploration.

## Qu'est-ce que le PRDE?

Le Programme de recherche et de développement énergétiques, ou PRDE en abrégé, existe pour une importante raison : créer des occasions pour produire et utiliser les ressources énergétiques du Canada, dans le meilleur intérêt de notre économie et de notre environnement. Le Programme appuie directement environ un onzième de toute la recherche-développement (R-D) énergétique faite au Canada et traite de tous les aspects de l'approvisionnement et de la consommation de l'énergie, à l'exception de la fission nucléaire. Le PRDE effectue ses activités par l'entremise de treize ministères et organismes à vocation scientifique et technologique.

- Affaires indiennes et du Nord
- Agriculture et Agro-alimentaire Canada
- Conseil national de recherches
- Défense nationale
- Énergie atomique du Canada Limitée
- Environnement Canada
- Office national de l'énergie
- Pêches et Océans
- Ressources naturelles Canada
- Santé Canada
- Société canadienne d'hypothèques et de logement
- Transports Canada
- Travaux publics et Services gouvernementaux Canada

## Quel genre de R-D le PRDE appuie-t-il?

Le PRDE appuie des projets de R-D énergétique qui peuvent favoriser les questions d'intérêt national en investissant dans des projets susceptibles de servir aux domaines suivants au Canada :

- croissance économique et création d'emplois
- protection de l'environnement



- développement régional
- diversification énergétique
- santé et sécurité

## Qui est admissible?

Le PRDE finance une variété de projets de R-D dans le domaine de l'énergie en collaboration avec :

- le secteur privé (les entreprises, les consortiums et alliances, les particuliers)
- les universités
- les gouvernements provinciaux et les organismes de recherche

Les organismes et les ministères fédéraux à vocation R-D qui participent au Programme sont responsables du financement. La priorité est accordée aux alliances et aux consortiums des catégories ci-haut mentionnées.

## Comment le PRDE peut-il aider?

Si vous :

- avez besoin d'information sur la recherche et le développement énergétiques
- avez besoin de conseils scientifiques sur des problèmes technologiques
- désirez participer à des projets en cours
- voulez en savoir davantage sur le PRDE pour soumettre un projet de R-D
- avez besoin de renseignements sur les politiques et les priorités concernant la recherche et le développement énergétiques

communiquez avec le Bureau de recherche et de développement énergétiques du ministère des Ressources naturelles. Si nécessaire, le Bureau vous orientera vers les experts concernés au gouvernement fédéral.

Le PRDE est structuré sous différents champs d'activité selon les nombreux domaines de R-D en énergie. Lorsque vous communiquez avec le Bureau, veuillez vous servir du guide suivant pour jumeler votre demande au champ d'activité en question.

# Mission

**L**e Programme de recherche et de développement énergétiques établit, en matière de science et technologie, une base pour soutenir un marché de l'énergie diversifié et durable sur les plans économique et environnemental.

Pour obtenir de plus amples renseignements sur le PRDE, s'adresser aux conseillers du :

Bureau de recherche et de développement énergétiques,  
Énergie, Mines et Ressources  
Canada  
580, rue Booth  
Ottawa (Ontario)  
K1A 0E4

Téléphone : (613) 995-0478  
Télécopieur : (613) 995-6146

opérations dangereuses. La glace impose également des restrictions relativement à la conception des plates-formes de forage en mer. Les caractéristiques de la glace, de même que l'interaction entre la glace et les structures, sont des domaines de recherche dans lesquels Environnement Canada et Pêches et Océans Canada, par le biais du Programme de recherche et de développement énergétiques (PRDE), tiennent un rôle de premier plan. Leurs travaux visent à réduire les obstacles à l'exploitation énergétique. Parmi les autres domaines de recherche, mentionnons : l'étude des vagues, de leur charge de choc et de leur charge de fatigue sur les structures en mer; l'amélioration des modèles de vagues provoquées par le vent et les méthodes pour estimer la fréquence des conditions environnementales extrêmes. Les connaissances ainsi acquises permettront aux ingénieurs de concevoir, de construire et d'exploiter des plates-formes en mer, d'une manière sécuritaire et rentable.

### Interaction pipeline/pergélisol

L'environnement dans le nord du Canada, où seront situés les nouveaux gazoducs et oléoducs, est très sensible. Sous la surface de ce vaste territoire se trouve un pergélisol (sol gelé en permanence) fragile. Or, les ingénieurs craignent que le pergélisol dégèle durant la construction des pipelines ou encore sous l'effet de la chaleur se dégageant des pipelines eux-mêmes, ce qui pourrait provoquer des mouvements de sol susceptibles d'endommager les pipelines.

**Un défi :** Assurer la sécurité et l'acceptabilité, au plan environnemental, des pipelines dans le pergélisol

Grâce à des fonds du PRDE, la Commission géologique du Canada étudie le comportement d'un pipeline enfoui dans des sols qui gèlent et dégèlent, l'objectif étant d'en arriver à mieux comprendre les phénomènes fondamentaux qui interviennent dans le soulèvement ou les mouvements du sol sous l'effet du gel. Un autre objectif est de déterminer l'ampleur et la répartition des forces de soulèvement par le gel au fil des ans et d'étudier comment ces forces agissent sur les pipelines.

Parmi les autres projets s'inscrivant dans le cadre du PRDE, citons :

- une étude sur la performance de l'oléoduc Norman Wells dans la vallée supérieure du Mackenzie, et
- un important programme de forage et d'essai visant à étudier le pergélisol et les conditions géotechniques des sédiments dans la région du Mackenzie.

### Géotechnique en mer - Stabilité du fond océanique

L'instabilité du fond océanique constitue une difficulté pour les ingénieurs concevoir les structures qui se trouvent aménagées en mer, dans les zones où des ressources pétrolières ont été découvertes. La construction en mer demeure très conservatrice en raison d'une meilleure compréhension des conditions influant sur la stabilité du plancher océanique aboutira à des pratiques de conception plus sécuritaires et rentables.

**Un défi :** Déterminer et caractériser les instabilités du plancher océanique et du sous-sol, car elles influent sur la conception des structures en mer.

Les recherches visent essentiellement à réduire les coûts et les incertitudes liées à la stabilité du plancher océanique. Des études de l'exploration et la production ont ainsi été entreprises dans le cadre du PRDE sur les instabilités du plancher océanique et du sous-sol. Ces travaux de coopération avec l'industrie incluent des relevés conjoints de données et de l'équipement qui ont été effectués sur les plateaux au large des côtes de Terre-Neuve et de la Nouvelle-Écosse.

### Bassin sédimentaire de l'Ouest canadien

Bon nombre croient que les réserves de gaz et de pétrole dans le bassin sédimentaire de l'Ouest canadien ont été découvertes. Cependant, les études laissent croire que de nombreuses quantités de gisements petits et moyens sont encore à découvrir.

cibles d'exploration pour les petites entreprises qui peuvent profiter des faibles coûts d'exploration, ainsi que des pipelines et des infrastructures de traitement déjà en place.

**Un défi :** Enrichir constamment nos connaissances pour stimuler l'exploration des gisements de pétrole et de gaz.

**PRDE**

# La R-D énergétique c'est plus que...

**α**

$$\int_0^t x dt$$

$$2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$$

Gouvernement du Canada Government of Canada



# Mission

**L**e Programme de recherche et de développement énergétiques établit, en matière de science et technologie, une base pour soutenir un marché de l'énergie diversifié et durable sur les plans économique et environnemental.

Pour obtenir de plus amples renseignements sur le PRDE, s'adresser aux conseillers du :

Bureau de recherche et de développement énergétiques,  
Énergie, Mines et Ressources  
Canada  
580, rue Booth  
Ottawa (Ontario)  
K1A 0E4

Téléphone : (613) 995-0478  
Télécopieur : (613) 995-6146

*Think Recycling!*



*Pensez à recycler !*